А. Н. Гусев

ПСИХОФИЗИКА СЕНСОРНЫХ ЗАДАЧ

Системно-деятельностный анализ поведения человека в ситуации неопределености

Москва
Издательство Московского университета
2004

УДК 159.961
ББК 88.3
Г 962

Рекомендовано кафедрой психологии личности
факультета психологии Московского государственного
университета им. М.В. Ломоносова

Рецензенты:
Измайлов Ч.А. — доктор психологических наук,
профессор
Иванников В.А. — доктор психологических наук,
профессор, член-корреспондент РАО

Г962 **Гусев А.Н.** Психофизика сенсорных задач: Системно-деятельностный анализ поведения человека в ситуации неопределенности. — М.: Изд-во Моск. ун-та; УМК «Психология», 2004. — 316 с.

ISBN 5-211-04973-X
ISBN 5-93692-057-7

В монографии представлены результаты диссертационного исследования автора в области дифференциальной психофизики. С позиций общепсихологического системно-деятельностного подхода процессы обнаружения (различения) человеком пороговых сигналов рассмотрены как решение особого рода сенсорных задач. Автор проводит анализ современных зарубежных и отечественных работ по проблеме бдительности, рассматривает механизмы, обусловливающие динамику эффективности обнаружения пороговых сигналов.

Представлены результаты собственных экспериментальных исследований по обнаружению человеком зрительных и слуховых пороговых сигналов. Особое внимание уделено роли индивидуально-психологических различий в сенсорном исполнении.

Книга адресована не только общим психологам и психологам личности, но и психологам труда, психофизиологам и специалистам в области эргономики. Она может быть полезной специалистам по проектированию и оценке эффективности сложных автоматизированных систем, включающих деятельность оператора-наблюдателя.

ISBN 5-211-04973-X
ISBN 5-93692-057-7

© Гусев А.Н., 2004
© Издательство Московского университета, 2004
© УМК «Психология» (оформление), 2004

Оглавление

Глава 2
Роль ситуационных и индивидуально-психологических факторов в решении задачи обнаружения зрительного сигнала

Глава 3
Интер- и интраиндивидуальные особенности решения сенсорной задачи обнаружения слухового сигнала

Глава 4
Решение задач обнаружения звукового сигнала в особых условиях

Глава 5
Дифференциальная психофизика сенсорных задач: деятельностная парадигма в психофизике

О построении ощущений

Одна из книг, лежащих на моем столе, называется «Проблемы и методы психофизики». Это хрестоматия, которая вышла ровно 30 лет назад, а именно в 1974 году. Рядом с ней — книга «Проблемы психофизики» под редакцией Б.Ф. Ломова, подписанная Борисом Федоровичем Ломовым, Кириллом Васильевичем Бардиным и Юрием Михайловичем Забродиным. Третья в этом ряду — рукопись монографии Алексея Николаевича Гусева «Психофизика сенсорных задач», прочитав которую я увидел, как сквозь тридцатилетие прорастает особый подход, зародившийся в свое время в работах Марты Борисовны Михалевской, Кирилла Васильевича Бардина, Бориса Федоровича Ломова, Юрия Михайловича Забродина. Этот подход можно называть по-разному. Но я не случайно упомянул весь этот ряд имен, поскольку по большому счету этот подход действительно называется системно-деятельностным подходом. За ним стоит попытка рассмотреть сложнейший процесс построения ощущений по аналогии с тем, как рассматривал процесс построения движений классик неклассической физиологии активности Николай Александрович Бернштейн.

По сути дела, фундаментальное исследование Алексея Николаевича Гусева является важнейшей линией для методологии системно-деятельностного подхода в психологии. Именно в системно-деятельностном подходе показывается, что ощущение — это не элементарный атом, не кирпичик, из которого по элементам складывается образ. Именно в исследованиях, выполненных с позиций системно-деятельностного подхода, процесс обнаружения сигнала рассматривается как процесс не просто решения, а построения сенсорной задачи. Именно в контексте сис-

темно-деятельностного подхода мы на самом деле можем говорить о сенсорных действиях — действиях, связанных с решением сенсорных задач, — подобно тому, как мы говорим о перцептивных действиях, мыслительных действиях или мнемических действиях. Иными словами, та территория, которая считалась заповедной для деятельностного подхода, в исследовании А.Н. Гусева освоена с самых различных сторон. Именно ему удалось показать, что «элементарное» ощущение — это сложнейший многоуровневый процесс принятия решения.

Благодаря исследованию А.Н. Гусева мы можем сделать еще один шаг, касающийся методологии в психологии. Мы можем четко сказать: традиционное деление психических процессов на высшие и низшие, или, говоря словами Льва Семеновича Выготского, на высшие и натуральные психические функции, явилось своего рода отражением дуализма в психологической науке. На самом деле низших психических процессов и натуральных психических функций нет. Даже на самых элементарных уровнях построения образа ощущение выступает как процесс, за которым стоят мотивы, установки, индивидуальные черты личности. Эта реальность благодаря исследованию решения сенсорных задач стала доказанным научным фактом.

На мой взгляд, исследование А.Н. Гусева имеет еще одну важную особенность. Оно показывает, насколько могут быть сращены друг с другом системно-деятельностный подход и серьезнейшая сенсорная психофизика, а значит — настоящая экспериментальная психология. Следует констатировать, что в последние годы внимание к экспериментальным исследованиям значительно ослабло. Казалось бы, мне как психологу личности надо радоваться появлению тьмы работ по психологии личности, социальной психологии, этнопсихологии. Я радуюсь. Но вместе с тем испытываю и некоторую грусть: ведь, увлекаясь исследованиями по психологии личности, социальной психологи и утрачивая эксперимент, мы теряем важнейший элемент психологической культуры. Эксперимент в психологии — это неотъемлемая часть биографии психологии, ее судьбы, а тем самым — культуры психологического познания.

И в этом смысле исследование А.Н. Гусева, посвященное анализу сенсорных задач, выступает перед нами как доказательство необходимости культуры психолога, связанной с культурой эксперимента. Этот момент я хочу подчеркнуть еще раз и обратить на него особое внимание.

Невероятно интересно, что со временем многие подходы, которые казались разобщенными, начинают находить между собой линии пересечения. Я имею в виду распространяемый в последнее время ресурсный подход к исследованию познания, связанный с именами Амоса Тверского и Дэниэла Канемана. По сути дела, исследование сенсорных задач в реальной ткани исследования, а не в игре со словами, помогает нам понять, насколько ресурсный подход выступает как звено, прямо связанное с палитрой системно-деятельностного подхода. Без ресурсного подхода мы не в силах оценить то, что ранее практически не оценивали, а именно то, что в контексте системно-деятельностного подхода мы опускали энергетические аспекты психической реальности. Когда-то, говоря о линиях сближения между системно-деятельностным подходом и информационным подходом в широком смысле, классик современной психологии Лев Маркович Веккер сказал, что деятельностный подход занимается такими высокими и сложными уровнями построения образа, как значение и смысл. Вместе с тем в деятельностном подходе есть уникальное понятие, без которого нет современного понимания психологии, — понятие чувственной ткани. И в этом смысле исследователи, разрабатывающие информационно-энергетический подход, пытаются реально увидеть волокна (образ Л.М. Веккера) той чувственной ткани, из которой строится многогранная, полифоническая картина мира и в итоге, если говорить языком А.Н. Леонтьева, — амодальный образ мира. Мощный прорыв в данном направлении был осуществлен также в работе Н.Д. Гордеевой и В.П. Зинченко «Функциональная структура действия».

Все эти моменты, которые я упомянул в небольшом предисловии к данной книге, не случайны. Они показывают, что судьбы разных подходов в психологии переплетаются, но только в том случае, если люди, разрабатываю-

щие различные теории и походы — системный, системно-деятельностный, информационный, ресурсный, — выбрали для себя психологию не просто как профессию, а как свою собственную судьбу — судьбу и профессионалов, и мастеров нашей науки.

Я не призываю к эклектике. Я хочу сказать, что брошенная когда-то Выготским фраза, что нет одной психологи, а есть много психологий, — вовсе не губительный диагноз состояния психологической науки. Сегодня много психологий, но они оживают, переплетаются и прорастают в фундаментальном монографическом исследовании Алексея Николаевича Гусева «Психофизика сенсорных задач».

Профессор А.Г. Асмолов

Посвящается памяти
Алексея Николаевича
Леонтьева

От психофизики «чистых ощущений»
к психофизике сенсорных задач...
А.Г. Асмолов, М.Б. Михалевская (1974)

Введение

Психофизика — одна из фундаментальных дисциплин научной психологии. Она развивается уже более 140 лет, начиная с классического труда Г.Т. Фехнера «Элементы психофизики» (1860). Пороговые модели и методы, а также процедуры шкалирования стали признанным и надежным измерительным инструментарием современных психологов. Тем не менее психофизики все еще находятся под сильным влиянием традиционных представлений о возможности измерения характеристик «идеального» наблюдателя, т.е. фактически об уподоблении психофизических измерений измерениям приборным. Недоучет разнообразных проявлений активности субъекта психофизических измерений снижает их точность, а также надежность прогноза эффективности деятельности реального наблюдателя, принимающего решение.

В современном информационном мире, в эпоху серьезных техногенных катастроф оценка предельных сенсорных возможностей человека-наблюдателя, а также контроль эффективности его деятельности становятся еще более актуальными проблемами, чем 50 или даже 30 лет назад. Современная электроника и компьютерные технологии так и не смогли эффективно и надежно заменить человека-наблюдателя и человека, принимающего решение в задачах обнаружения слабых (пороговых или околопороговых) сигналов или едва заметных различий стимулов. Поэтому изучение сложной, многоуровневой детерминации сенсорно-перцептивного процесса не одними стимульными пе-

ременными, а преимущественно субъективными, психологическими факторами, несомненно, востребовано целым рядом прикладных областей, среди которых авиационная и космическая психология, военная психология, эргономика, психология рекламы, психология проектирования искусственных информационных сред и т.д. Учет роли индивидуально-психологических различий, целей, задач и конкретных условий сенсорно-перцептивной деятельности, осуществляемой в этих областях практики, необходим для успешного решения конкретных задач и разработки новых эффективных технологий.

Ограниченность так называемой «объектной» психофизики осознана многими исследователями (об этом писали Э. Боринг, С. Фернбергер, Дж. Гилфорд, Х. Хелсон, К.В. Бардин, А.Г. Асмолов, М.Б. Михалевская и др.). При этом нельзя сказать, что проблематика иной — «субъектной» — психофизики достаточно глубоко изучена на сегодняшний день. Исследований в этой области, к сожалению, крайне мало, так что приходится констатировать: в психофизике все еще преобладает «объектная» парадигма и путь «от психофизики “чистых ощущений” к психофизике сенсорных задач» (см. эпиграф) до сих не пройден.

Деятельностный подход, развиваемый в отечественной психологии (А.Н. Леонтьев), и традиции отечественной психофизики (Е.Н. Соколов, К.В. Бардин, Ю.М. Забродин, М.Б. Михалевская) позволяют нам рассмотреть психофизический процесс обнаружения/различения пороговых сигналов в системе многочисленных детерминант целостной целенаправленной деятельности человека. Это значит, что его можно изучать как процесс решения субъектом особого рода **сенсорных задач**, выполнение которых специфически мотивировано и подвержено влиянию разнообразных условий, зависящих от индивидуально-личностных особенностей субъекта.

В рамках самого деятельностного подхода в психологии (А.Н. Леонтьев и его школа) психофизическая проблематика разрабатывалась недостаточно, а в последние 20—25 лет к ней обращались немногие отечественные психологи (К.В. Бардин, А.Д. Логвиненко, М.Б. Михалевская, И.Г. Скот-

никова, А.И. Худяков). Полагая, что деятельностный подход в психофизике далеко не исчерпан, а многие полученные ранее эмпирические результаты не до конца осмыслены в этой парадигме, мы надеемся на продуктивность как теоретических, так и экспериментальных исследований в данной области.

В связи со сказанным хочется особо подчеркнуть, что эта книга была завершена мною в год 100-летия со дня рождения А.Н. Леонтьева.

Выражаю глубокую признательность моим учителям — А.Г. Асмолову, М.Б. Михалевской, Л.Г. Дикой — за большую *науку* в прямом и переносном смысле этого слова. Любовь к психофизике, интерес к психофизиологическим методам, вкус к строгому эксперименту и общепсихологической интерпретации его результатов — все это от них.

Организация и проведение сложных экспериментальных исследований — это всегда коллективный труд и радость совместного творчества. Я искренне благодарен С.А. Шапкину, совместно с которым провел значительную часть описанных в книге экспериментов, К.И. Караичеву, С.А. Варашкевичу, О.Л. Дубнер, А.Е. Кремлеву, А.В. Сыромятникову за большую помощь в разработке аппаратного и программного обеспечения наших опытов, в проведении которых помогала Е.Н. Зотова. Я благодарю А.П. Кулаичева — создателя популярных отечественных компьютерных систем «Стадиа» и «Конан» — за неоценимые советы и конкретную помощь в работе. Также выражаю свою благодарность руководству фирмы «СПСС-Русь» за возможность пользоваться статистической системой SPSS и прекрасными описаниями к ней.

Эта книга вряд ли увидела бы свет без огромной помощи по ее изданию профессора А.Г. Асмолова — заведующего кафедрой психологии личности МГУ им. М.В. Ломоносова, на которой я имею честь и удовольствие работать.

Я глубоко признателен моим друзьям и большим мастерам своего дела — редактору Т.А. Нежновой и верстальщику-дизайнеру А.И. Чекалиной.

Глава 1
Обнаружение сигнала — решение сенсорной задачи

1.1. Методологические принципы системно-деятельностного подхода к изучению сенсорно-перцептивных процессов

Как известно, принципом называют исходное положение какой-нибудь теории, ее основополагающую идею. Четкое обозначение методологических принципов системно-деятельностного подхода к изучению психических явлений (*Асмолов*, 1983, 1985, 2001; *Давыдов*, 1983; *Леонтьев А.А.*, 2001), реализованного в нашем исследовании, особенно важно в связи с тем, что в психофизике до сих пор нет единой и общепризнанной теории и методологии, а есть то, что А.Г. Асмолов назвал «гносеологической робинзонадой», — изучение отдельных сторон процесса переработки сенсорной информации в рамках отдельных положений классической и современной психофизики.

Основное положение системно ориентированной методологии человекознания заключается в том, что понять природу человека можно только через ту систему, в которую он включен и в рамках которой осуществляется его деятельность. В психологической науке это общее положение конкретизуется в следующем тезисе: для изучения психических явлений необходимо выйти за их пределы и найти адекватную единицу анализа процесса психического отражения, определяющую его развитие и функциониро-

вание (*Асмолов*, 1985; *Выготский*, 1982; *Леонтьев А.Н.*, 1983). В русле системно-деятельностного подхода, развиваемого в отечественной психологии, такой субстанциональной единицей анализа является предметная деятельность человека (*Леонтьев А.Н.*, 1983).

Остановимся кратко на основных методологических принципах системно-деятельностного подхода применительно к исследованию сенсорно-перцептивных процессов. В качестве общих концептуальных рамок системно-деятельностного подхода будут использованы методологические разработки А.Г. Асмолова (1985, 2002).

1.1.1. Принцип развития психического отражения действительности

С точки зрения системно-деятельностного подхода основным методом изучения сенсорно-перцептивных процессов является метод анализа *изменений* психического отражения в деятельности в контексте филогенетического, социогенетического, онтогенетического и функционального развития (*Асмолов*, 1983, 1985, 2001). Основное направление наших исследований — область функционального развития психического отражения при решении субъектом задач обнаружения сигнала. Обращаясь к функциональному развитию сенсорно-перцептивного процесса (его микрогенезу), мы изучаем закономерности отображения параметров внешней ситуации в динамике чувственных образов на небольших отрезках времени — как правило, в рамках одного опыта. Таким образом, при анализе психофизического процесса обнаружения сигнала в нашем исследовании представлен один из основных методологических принципов — принцип развития процессов психического отражения действительности.

В этой связи мы продолжаем традицию отечественной психологической науки в изучении закономерностей функционального развития образов восприятия (Б.Г. Ананьев, А.В. Запорожец, В.П. Зинченко, А.Н. Леонтьев, Б.Ф. Ломов). Опираясь на методологию системно-деятельностного подхода, мы не отбрасываем принципы анализа сенсорных

процессов, разработанные в классической и современной психофизике, современной когнитивной психологии и психофизиологии, а стараемся вписать их в более широкий контекст деятельностного понимания природы психических процессов. В этом смысле нас интересует вся система внутренних и внешних детерминант и опосредствований протекания сенсорного процесса как процесса решения субъектом сенсорной задачи. Характеризуя микрогенетический подход в исследовании восприятия, Б.Ф. Ломов справедливо подчеркивал: «...многие представители этого направления считают главной задачей выявление тех внутренних операций, посредством которых осуществляется преобразование образа при переходе от одних степеней ясности к другим. В поисках ответа на этот вопрос предлагается множество различных схем, нередко противоречащих друг другу. Но четкой и достаточно обоснованной концепции, раскрывающей суть этих операций, до сих пор нет. Представляется, что попытки поиска таких операций внутри субъекта вряд ли увенчаются успехом. Микрогенетическое развитие восприятия, понимаемое как процесс отражения, определяется не просто некими внутренними операциями, а, прежде всего, условиями взаимодействия субъекта с объектом (воспринимающей системы и отражаемого объекта)» (*Ломов*, 1984, с. 160—161).

1.1.2. Принцип объектной и предметной детерминации процессов психического отражения действительности

Принцип развития непосредственно связан с принципом объектной и предметной детерминации. Разграничение объектной и предметной составляющих детерминации и рассмотрение взаимоотношений между ними — важнейшие задачи конкретного анализа.

Применительно к изучению сенсорно-перцептивного процесса под *объектной* детерминацией понимаются разнообразные аспекты физической стимуляции, непосредственно отображаемые различными анализаторами, или «характеристики проксимального стимула», по терминоло-

гии Дж. Гибсона (1975). Подчеркивая различие между дистальным и проксимальным стимулами и следуя за Н.А. Бернштейном (1966), можно выделить две основные характеристики объектной детерминации восприятия — полноту и объективность отражения объекта. Объектная детерминация обеспечивает чувственный материал, «сырую» сенсорную основу, «чувственную ткань» (*Леонтьев А.Н.*, 1983), необходимую для построения субъективного образа, адекватного объективной действительности. Полнота и объективность отражения определяются спецификой соответствующих сенсорных систем, ограниченностью их пропускной и разрешающей способностей по отношению к определенным видам стимульных энергий. Область объектной детерминации была и остается традиционным предметом исследований в психофизике и психологии восприятия. Она обозначает строгую психофизическую связь между проксимальным стимулом и чувственной тканью образа.

Под *предметной* детерминацией процессов психического отражения понимается опосредствованный характер воздействия внешних объектов на воспринимающего субъекта. Эта опосредствованность определяется формированием психического образа в деятельности, когда сам образ превращается в продукт деятельности, приобретая тем самым новые системные качества. Предметная детерминация проявляется в том, что результат процесса построения образа становится опредмеченным *значением* — особой формой хранения общественно-исторического опыта, существующей в виде сенсорных эталонов, перцептивных действий, языковых понятий, критериев опознания и сравнения, культурных норм оценивания и т.д. (*Леонтьев А.Н.*, 1983). Предметная детерминация, с одной стороны, позволяет субъекту преодолеть принципиальную ограниченность отображения многомерного дистального стимула в его проксимальную проекцию на рецепторную поверхность анализаторов и, таким образом, опосредствованно восстановить полноту отражения действительности; с другой стороны, она обеспечивает избирательность и пристрастность восприятия, зависимость характеристик формирующегося образа от встающих перед субъектом задач.

Принцип *двойственной* (объектно-предметной) детерминации восприятия действует не только в психофизике (Дж. Гибсон, Г. Хелсон, К.В. Бардин), но и вообще в психологии. Так, Э. Титченер выделил в образе его чувственную основу и воспринимаемый смысл, Г. Гельмгольц — первичные образы и образы восприятия, Дж. Гибсон — видимое поле и видимый мир, А.Н. Леонтьев — чувственную ткань и предметное содержание. Различие перечисленных понятийных дихотомий достаточно велико, однако отметим, что в подчеркивании двуплановости образов восприятия отражается фундаментальная роль данного принципа в исследовании порождения и функционирования психических процессов.

1.1.3. Принцип реактивной и активной организации процессов психического отражения

Представление о реактивной природе процессов обнаружения/различения пороговых сигналов — фундамент так называемого объектного подхода в психофизике и отличительная особенность этой научной дисциплины (*Бардин*, *Индлин*, 1993). Даже в рамках системно-деятельностного подхода до сих пор достаточно широко распространена точка зрения, что в условиях психофизического эксперимента «чувственная ткань» стимула может быть представлена испытуемому в рафинированном виде — независимо от предметного содержания стимула. Например, обсуждая вопрос о способах демонстрации феноменальной представленности субъекту «чувственной ткани», А.Д. Логвиненко пишет: «Нетрудно найти те параметры проксимального стимула, которые соответствуют параметрам ощущений. Так, например, стимулом для интенсивности зрительного ощущения является интенсивность света, поэтому можно сконструировать такой стимул, который будет порождать в нашем сознании образ, обладающий только интенсивностью, качеством, протяженностью и длительностью, иными словами, образ такого стимула будет настолько элементарен, что его можно считать воплощением чистого ощущения» (1987, с. 10). Следовательно, автор цитаты

допускает возможность (пусть даже косвенную!) рассмотрения сенсорной основы образа, вызванной лишь отдельным стимульным параметром, т.е. вне активности субъекта, заданной включенностью сенсорного процесса в структуру его познавательной деятельности. Фактически поиск так называемого «сенсорного оператора» (*Логвиненко и др.*, 1982) — это не что иное, как попытка вычленить реактивную составляющую сенсорного процесса. Естественно, что такая интенция основана на реалиях психофизической парадигмы исследования, которые таковы: строго ограниченная и, как правило, одномерная и однозначная стимульная ситуация; одномерная и конкретная сенсорная задача; хорошо тренированный испытуемый. Именно поэтому, отмечает А.Г. Асмолов, «критикуя принцип реактивности, порой забывают о том, что разрабатывающие принцип реактивности концепции опираются на реальные факты. Так, в типичной, относительно стационарной среде обитания животного или типовой социальной ситуации рефлекторное реагирование освобождает субъекта от тяжелой работы по принятию решения <...> Реактивное и активное поведение — это не антиподы, а дополняющие друг друга формы приспособления к действительности, между которыми не всегда удается провести отчетливую границу» (1985, с. 18).

Стоит особо подчеркнуть, что преувеличение и чрезмерное подчеркивание принципа реактивной организации сенсорного процесса при недооценке принципа активности не только сужает реальное поле потенциальных научных исследований в психофизике, но и явно ограничивает возможность объяснения уже имеющихся эмпирических результатов.

Разработка принципа активности в психологии восприятия идет в нескольких направлениях. Наиболее традиционное направление — исследование зависимости сенсорно-перцептивных процессов от установок, целей, мотивационно-потребностных и эмоциональных детерминант, прошлого опыта субъекта. В рамках этого направления показано, что названные факторы определяют адекватность, избирательность и пристрастность образного отражения не

только отдельных параметров стимуляции, но и всей ситуации в целом (см., напр.: *Барабанщиков*, 2000; *Брунер*, 1977; *Худяков*, 2001; *Худяков*, *Зароченцев*, 2000). Во многих работах обнаружено, что вклад так называемых субъективных факторов может проявляться на разных уровнях психического отражения — от регуляции сенсорных «входов» (*Михалевская и др.*, 1988) до перестройки сенсорного пространства (*Бардин*, *Индлин*, 1993; *Бардин и др.*, 1984) и значительной избирательности восприятия, обусловленной предшествующим контекстом или мотивами личности (*Брунер*, 1977; *Lockhead*, 1992; *Parducci*, 1995; *Sarris*, 2001).

Другое направление — исследование детерминации перцептивного образа особенностями ожиданий и предвосхищений субъектом будущих событий. В истории психологии такая детерминация представлена различными понятиями: «установка» (*Узнадзе*, 1997), «образ потребного будущего» (*Бернштейн*, 1936, 1966), «акцептор результатов действия» (*Анохин*, 1978), «вероятностное прогнозирование» (*Фейгенберг*, 1963; *Фейгенберг*, *Иванников*, 1978). В психофизике пороговых задач также изучались проблемы вероятностного прогнозирования испытуемым структуры случайной стимульной последовательности (напр.: *Бардин*, *Индлин*, 1993; *Забродин*, 1977; *Индлин*, 1977*а*, *б*).

Особым направлением изучения принципа активности в рамках системно-деятельностного подхода можно назвать принципиальную исследовательскую установку на рассмотрение сенсорно-перцептивных процессов как процессов активного, продуктивного порождения психического образа. В этом случае специфика принципа активности такова: при построении образа восприятия в меняющейся и неопределенной ситуации нельзя использовать только уже имеющиеся репродуктивные механизмы и схемы. Общий анализ данного подхода представлен в работах Н.А. Бернштейна (1966), Л.А. Венгера (1968), П.Я. Гальперина (1976), А.В. Запорожца (1986), А.Н. Леонтьева (1965). Особого внимания заслуживает идея школы Леонтьева о формировании образа как процессе *двойного уподобления*. Двойное

уподобление, подчеркивает А.Г. Асмолов, — это уподобление порождаемого образа «свойствам воздействующего объекта и уподобление задачам, социокультурным нормам, значениям, т.е. включение в процесс порождения образа совокупного опыта предметной деятельности человека» (1985, с. 19).

Приложение принципа активности к психофизическим задачам явно выражено в исследованиях К.В. Бардина и его учеников роли в сенсорном различении так называемых «дополнительных сенсорных признаков» (*Бардин*, *Индлин*, 1993), а также в работах по изучению роли субъективных факторов в динамике процессов обнаружения/различения пороговых сигналов (*Гусев*, *Шапкин*, 1991; *Индлин*, 1977*а*, *б*, 1993; *Худяков*, 2001; *Шапкин*, *Гусев*, 2001; *Gusev*, *Schapkin*, 2001).

1.1.4. Принцип сочетания адаптивного и неадаптивного типов активности процессов психического отражения

В психологии познавательных процессов еще только наметилась тенденция различать адаптивные и неадаптивные типы активности субъекта как носителя процессов психического отражения (*Асмолов*, 1985; *Матюшкин*, 1982) по критерию репродуктивности/продуктивности: репродуктивный (социально-нормативный, привычный, стандартный) тип *vs* продуктивный (творческий, деятельный, инициативный) тип. Несмотря на недостаточную разработку принципа сочетания адативной и неадаптивной активности, мы полностью согласны с тем, что его рассмотрение в рамках системно-деятельностного подхода «предполагает выявление эволюционного смысла этих двух типов активности в ходе развития различных систем — индивида в системе биологического вида, личности в системе общества» (*Асмолов*, 1985, с. 20). На наш взгляд, разработка этого принципа в рамках изучения сенсорно-перцептивных процессов позволит более глубоко и содержательно обсудить проблемы, касающиеся источников нестационарности и динамичности процесса решения сенсорной задачи,

роли в ее решении индивидных и личностных детерминант, когнитивно-стилевых особенностей субъекта, а также влияния различных ресурсов на эффективность решения задачи и др.

Говоря об адаптивной и неадаптивной активности процессов психического отражения, важно четко определить само понятие адаптации, поскольку в психологию оно пришло из традиционных биологических исследований и в значительной мере устарело (*Асмолов*, 1985, 2001). Современная эволюционная биология не рассматривает адаптацию исключительно как приспособление организма к меняющейся среде, поддержание гомеостаза. И.И. Шмальгаузен (1983) отмечает, что главным объективным критерием адаптации является не только и не столько факт выживания представителя конкретного вида (отдельной особи) в конкретной среде обитания, сколько реализация преемственности существования вида в ряду последующих поколений. Процесс адаптации — это не простое поддержание равновесия со средой, а активное «преодоление этой среды, направленное не на сохранение статуса или гомеостаза, а на движение в направлении родовой программы и самообеспечения» (*Бернштейн*, 1966, с. 313—314). Таким образом, исследователи подчеркивают, что важнейшую роль в обеспечении адаптивной жизнедеятельности организма играет взаимодействие наследственности и изменчивости. Наследственность реализует функцию сохранения живого организма без изменений в процессе его эволюции, обеспечивая тем самым приспособление к неизменным свойствам среды. Изменчивость выражает тенденцию приспособления к случайным и непредсказуемым изменениям среды, выработку новых схем адекватного поведения в постоянно меняющейся среде.

В общепсихологическом контексте принцип сочетания адаптивной и неадаптивной активности психических процессов разрабатывался А.Г. Асмоловым и В.А. Петровским (*Асмолов*, *Петровский*, 1978; *Петровский*, 1975). В их работах были рассмотрены базовые механизмы адаптивной (установка — *Асмолов*, 1979, 2002) и неадаптивной (надситуативная активность субъекта — *Петровский*, 1975) регуля-

ции психической деятельности. В частности, было показано: «...если установки как бы пытаются удержать деятельность в наперед заданных границах, обеспечивают ее устойчивый характер, ее репродуктивность, то надситуативная активность, взламывая эти установки, выводит субъекта на новый продуктивный уровень решения задач» (*Асмолов*, 1985, с. 22).

Изменчивость сенсорно-перцептивных процессов (как важнейшая сторона адаптации) проявляется в приспособлении человека к случайным, неожиданным изменениям окружающей среды, в активном поиске новых источников информации, изменении самих схем поиска этой информации (*Гибсон*, 1988; *Леонтьев А.Н.*, 1965; *Найсер*, 1980). Изменчивость процессов восприятия (как в онто-, так и в актуалгенезе) играет продуктивную роль в непредвиденных для субъекта ситуациях, когда уже имеющиеся схемы не способны обеспечить эффективное отражение внешней ситуации и, следовательно, адекватное реагирование.

Роль адаптивной и неадаптивной изменчивости в решении сенсорных задач также исследовалась рядом авторов, обнаруживших нестационарность, периодичность и другие динамические аспекты сенсорного процесса (*Гусев*, *Шапкин*, 1991; *Забродин и др.*, 1979; *Пахомов*, *Шаповалов*, 1980; *Шапкин и др.*, 1990; *Golubinov*, 1996).

1.1.5. Принцип опосредствования процессов психического отражения

Разработанное в рамках культурно-исторической теории Л.С. Выготского положение об опосредствованном, знаковом (орудийном) характере психических функций — одно из основных для системно-деятельностного подхода в целом. Использование данного принципа позволяет выйти за пределы постулата непосредственности при анализе психических функций и подойти к изучению их формирования (не только в онтогенезе, но и в рамках функционального развития) как процесса интериоризации (усвоения) культурно-исторического опыта.

Из принципа опосредствования как знаковой, орудийной детерминации психических функций непосредственно следуют и положение об опосредствовании познавательных процессов предметной деятельностью, реально связывающей субъекта с внешним миром (А.Н. Леонтьев), и представление об изоморфизме внешней (предметной) и внутренней (психической) деятельности, что открывает путь к анализу последней.

Эвристичность и продуктивность применения принципа опосредствования в конкретных исследованиях сенсорно-перцептивных процессов показаны в многочисленных отечественных работах, выполненных в рамках деятельностной парадигмы. Это, во-первых, классические исследования А.Н. Леонтьева (1965, 2000) по формированию звуковысотного слуха и неспецифической кожной чувствительности к цвету. Во-вторых, работы А.В. Запорожца (1967, 1986), Л.А. Венгера (1968) и В.П. Зинченко (1972, 1978) по исследованию онтогенеза и функционального генеза восприятия, а также по формированию специфических социокультурных средств восприятия — сенсорных эталонов. В психофизике продуктивность применения рассматриваемого принципа показана в исследованиях роли дополнительных сенсорных признаков как средств формирования сенсорного пространства в задаче простого различения (*Бардин*, 1987; *Бардин*, *Индлин*, 1993).

1.1.6. Принцип анализа психики по единицам

Адекватный анализ психических процессов становится возможным, когда выбранная исследователем единица анализа соответствует изучаемому целому. Л.С. Выготский противопоставлял принцип анализа «по единицам» принципу анализа «по элементам». Характеризуя механистический принцип анализа «по элементам», он писал: «Существенным признаком такого анализа является то, что в результате его получаются продукты, чужеродные по отношению к анализируемому целому, — элементы, которые не содержат в себе свойств, присущих целому как таковому, и обладают целым рядом свойств, которых это

целое никогда не могло бы обнаружить» (*Выготский*, 1982, с. 13). И напротив: важнейший признак применения принципа анализа «по единицам» Л.С. Выготский видел в том, что выбранная исследователем единица анализа психического процесса содержит в себе все атрибуты целого и, таким образом, адекватно представляет его сущность.

В рамках системно-деятельностного подхода реализация принципа анализа по единицам находит отражение в представлении о структуре предметной деятельности (*Леонтьев А.Н.*, 1965, 1983). В иерархии предметной деятельности выделяются неаддитивные единицы ее анализа, или структурные элементы (действия и операции), системно с ней связанные и анализируемые лишь в ее рамках. Вычленяя мотив деятельности (то, ради чего она осуществляется), цель действия (то, на что она направлена), операцию (способ ее реализации) и психофизиологические механизмы (форму выполнения операций), мы осуществляем системный анализ деятельности.

А.Г. Асмолов подчеркивает, что при объяснении различных сторон психической деятельности «в зависимости от задачи, которую ставит перед собой исследователь, у него начинают “работать” разные “единицы” деятельности» (1985, с. 28). Например, при анализе онтогенеза восприятия продуктивным было использование такой единицы, как «перцептивное действие» (*Запорожец*, 1967). При изучении функционального генеза действия адекватным оказался анализ операционального состава действий (*Запорожец*, 1967; *Зинченко*, 1978). В психофизиологических исследованиях процессов обнаружения/различения простых сигналов продуктивен анализ психофизиологических механизмов сенсорных процессов кодирования, сравнения, согласования/рассогласования, принятия решения и его оценки (*Гусев*, 1989; *Иваницкий и др.*, 1984; *Измайлов и др.*, 1989; *Соколов*, 1981*б*, 2003).

1.1.7. Принцип зависимости психического отражения от места отражаемого объекта в структуре деятельности

Данный принцип непосредственно связан с принципом анализа психики по единицам и в определенной степени является его следствием. Согласно этому принципу, основные характеристики психического отражения — его содержание и уровень — будут зависеть от места отражаемого объекта в структуре деятельности. В классических работах отечественных психологов П.И. Зинченко (1961) и А.А. Смирнова (1966) действие этого принципа было убедительно показано на материале произвольного и непроизвольного запоминания. В области сенсорно-перцептивных процессов реальность действия данного принципа установлена в исследованиях генеза перцептивной деятельности (*Венгер*, 1968), константности восприятия (*Логвиненко*, 1981), сенсомоторной координации (*Гиппенрейтер*, 1978), псевдоскопического зрения (*Столин*, 1976) и др.

Зависимость характера сенсорного отражения от места отражаемого объекта в структуре деятельности была показана на психофизическом материале (*Бардин*, 1962; *Бардин и др.*, 1980, 1984; *Бардин*, *Индлин*, 1993; *Михалевская*, *Скотникова*, 1978), а также представлена в многочисленных исследованиях роли так называемого субъективного фактора в психофизических измерениях (см., напр., обзоры: *Бороздина*, 1976; *Скотникова*, 1991).

1.2. От психофизики объектной к психофизике субъектной

Название вступительной статьи А.Г. Асмолова и М.Б. Михалевской к сборнику «Проблемы и методы психофизики» (1974), вынесенное нами в качестве эпиграфа монографии, определяет одно из направлений современных психофизических исследований — изучение проявлений активности наблюдателя при проведении психофизических измерений. Рефлексия этой проблемы имеет более чем столетнюю историю не только в рамках самой психофизики, но и в целом в

общей психологии. Однако и сегодня нельзя утверждать, что роль так называемого субъективного фактора психофизических измерений хорошо методологически проработана.

1.2.1. Корни объектной психофизики

Созданная по образу и подобию естественных наук, психофизика унаследовала от них не только ориентацию на экспериментальный метод и идею измеримости психических явлений (это, безусловно, положительный момент), но и некоторые ограничения, свойственные методологии естественных наук, в частности физики. От естественных наук психофизика логично унаследовала так называемый «постулат непосредственности» (*Узнадзе*, 1997), утверждающий, что причина (действующий стимул) всегда однозначно определяет следствие — качество и величину возникающего у человека ощущения. Представление о непосредственном отображении стимульного воздействия в величине ощущения свойственно не только классической (см., напр.: *Fechner*, 1860), но и современной психофизике, по крайней мере в отношении сенсорной части процесса обнаружения сигнала (*Bardin et al.*, 1976; *Swets*, 1996; *Swets et al.*, 1961). Следствием неадекватного использования постулата непосредственности в психофизике явилось недостаточное внимание к собственной активности наблюдателя как субъекта психофизического измерения и соответственно сосредоточение исследователей на стимульных, процедурных и вычислительных проблемах.

Другое ограничение на психофизические исследования процессов обнаружения/различения сигналов накладывает методология «анализа по элементам» (по Л.С. Выготскому) самого процесса порождения ощущений. Многие психофизические модели или теории (см., напр.: *Fechner*, 1860; *Stevens*, 1975; для обзора см.: *Бардин*, 1976; *Линк*, 1995; *Gescheider*, 1997) построены на основе анализа таких «единиц», как «чистые ощущения» (результаты стимульного воздействия) или «чистая сенсорная чувствительность» (идеальный конструкт, очищенный от действия несенсорных факторов).

Таким образом, можно сказать, что в психофизике (особенно в зарубежной) до сих пор преобладает «объектная парадигма» (термин К.В. Бардина) — традиция сугубо количественного анализа результатов сенсорных измерений в зависимости от изменения факторов, заданных извне и строго контролируемых экспериментатором. При этом психофизическое измерение уподобляется измерению приборному, а деятельность наблюдателя описывается математическими моделями, подобно работе технических систем. Преобладает и соответствующий методический подход к психофизическому измерению: его стремятся максимально «очистить» от влияния особенностей наблюдателя (последние рассматриваются как артефакты исследования), т.е. стараются не выходить за рамки упомянутого выше «постулата непосредственности».

1.2.2. Ограниченность «объектной парадигмы»

Ограниченность такой схемы анализа психофизического процесса обнаружилась вскоре после того, как Г.Т. Фехнер (*Fechner*, 1860) сформулировал основы психофизической методологии. Авторы эмпирических исследований стали указывать на наличие «артефактов», т.е. на влияние субъективного фактора. В. Вундт в 1913 г. отметил вклад в пороговые меры ошибок «ожидания» и «привыкания» (см.: *Бардин*, 1976), С. Фернбергер в 1930-м — сильное влияние инструкции (см.: *Корсо*, 1974), Ч. Персе и Дж. Ястров в 1885-м, Дж. Гилфорд в 1954 г. указывали на роль субъективной уверенности (см.: *Линк*, 1995) и т.д. В соответствии с жесткой методологией «объектной психофизики» эти «ошибки» и «артефакты» (как следствие проявления активности субъекта), не укладывавшиеся в строгие рамки «постулата непосредственности» (энергия стимула → величина ощущения), подлежали устранению. Исследователи пытались процедурно ограничить их появление, т.е. как-то «очистить» (за счет введения специальных методов обработки «сырых» данных) показатели сенсорной чувствительности от влияния так называемых «несенсорных факторов».

Нельзя сказать, что присущая психофизическим измерениям вариабельность оцениваемых показателей оставалась за пределами внимания исследователей. Она объяснялась соответствующей нестабильностью стимульной энергии или внутренних состояний субъекта, но анализ вклада последнего детерминирующего фактора ограничивался простой констатацией его природы, имманентной сенсорному процессу.

Фактически включение внутреннего состояния субъекта в качестве переменной, также определяющей интенсивность ощущения, не отменяло «постулата непосредственности», поскольку предполагалось, что действие этой переменной не имеет закономерного, систематического характера, а является случайным фактором. Значит, двучленная схема «стимульная энергия → ощущение» не меняется: действие стимула непосредственно отображается в интенсивности ощущения, а изменяющиеся внутренние состояния субъекта лишь «размывают» (например, по закону нормального распределения) результат этого отображения.

Еще в классической психофизике были получены многочисленные факты, свидетельствующие о проявлениях активности субъекта в психофизических измерениях. К ним относятся, прежде всего, систематические ошибки, которые возникают вследствие того, что испытуемый знает закономерности изменения стимульного ряда (например, структуры восходящих и нисходящих рядов стимулов в методе минимальных изменений) и, естественно, активно прогнозирует закономерную смену своих ответов. Это также феномен ложной тревоги, труднообъяснимый в жесткой двучленной парадигме анализа (его было легче назвать артефактом, чем объяснить — см.: *Бардин*, 1976). А.Г. Асмолов и М.Б. Михалевская точно замечают, что более чем столетний путь развития методов пороговых измерений фактически «является дорогой борьбы с этими “ошибками”; борьбы, освященной стремлением к познанию законов сенсорных процессов как таковых, а именно законов, очищенных от влияния активности субъекта: его мотивации, установок и, наконец, деятельности, в которую включены сенсорные процессы» (1974, с. 7).

1.2.3. Системно-деятельностное представление об обнаружении порогового сигнала как процессе решения сенсорной задачи

В рамках отечественной общепсихологической традиции, значительно повлиявшей на методологию психофизических исследований в нашей стране, феномены, явно связанные с активностью наблюдателя, могут быть поняты как вполне закономерные. Так, используя понятийный аппарат общепсихологической теории деятельности (*Леонтьев А.Н.*, 1965, 1983) и следуя ее логике, мы должны заключить, что было бы ошибкой считать обнаружение/различение порогового сигнала чисто сенсорным процессом, т.е. элементарной операцией; его необходимо рассматривать как сознательное действие по решению сенсорной задачи. А этот подход требует специального анализа условий осуществления данного действия, т.е. специфики данной задачи.

Рассмотрим сенсорную задачу с позиций общепсихологической теории деятельности А.Н. Леонтьева. Задача есть цель, данная в определенных условиях. В сенсорных задачах такими условиями являются: энергетические и пространственно-временны́е характеристики стимуляции, временна́я и вероятностная структура стимульной последовательности; определенное множество ответов; инструкция, определяющая способ соотнесения стимулов и ответов, «цена» правильных и ошибочных ответов; сигналы обратной связи о правильности принимаемых решений; и др.

Проанализируем задачу обнаружения порогового сигнала, использованную нами в двух экспериментах (подробнее они будут описаны в главах 3 и 4):

1. Цель психофизического эксперимента по методу «да/нет» — обнаружение слабого тонального сигнала на фоне шума — задается испытуемому прямо в инструкции. В ней же определяется вся последовательность действий испытуемого — перцептивных, оценочных, моторных.

2. Стимулы — энергетически слабо отличающиеся друг от друга звуковые сигналы: «шум» (несигнальный стимул) и «сигнал+шум» (сигнальный стимул). Во втором случае к

шуму примешивается тональная добавка на частоте 1000 Гц. Эта добавка подбирается так, чтобы обеспечить пороговый уровень обнаружения сигнала.

3. Стимулы имеют малую длительность (200 мс) и следуют через короткие отрезки времени (межстимульные интервалы 2—4 с). За это время испытуемому необходимо проанализировать предъявленный сигнал, принять решение и дать моторный ответ.

4. Структура стимульной последовательности — случайная и равновероятная, чтобы испытуемый не смог предугадать появление сигнального стимула в ряду проб.

5. В разных сериях испытуемому предъявляется от 200 до 1000 проб, соответственно общая длительность одного опыта — от 20 до 75 мин.

6. В инструкции характер ответной реакции испытуемого четко соотносится с обнаружением/необнаружением сигнала: нажать на одну кнопку, если это был сигнальный стимул; нажать на другую (или не нажимать вообще), если это был несигнальный стимул.

7. Согласно инструкции, испытуемые получают дифференцированное вознаграждение за участие в эксперименте в соответствии с общей эффективностью их работы; никакие дополнительные «награды» за правильные ответы и «штрафы» за ошибки не устанавливаются.

Теперь опишем (в известной степени гипотетически) способы решения данной задачи, т.е. операциональную структуру действия по обнаружению сигнала. В тренировочных опытах испытуемый усваивает информацию о воспринимаемых свойствах сигнального и несигнального стимулов, у него формируются специальные *средства* для решения задачи — *сенсорные эталоны* предъявляемых стимулов. Используя эти средства, испытуемый реализует два основных приема (операции): *сравнение* сенсорного эффекта (интенсивности ощущения) действующего стимула с сенсорными эталонами в памяти и *оценку* различия между ними с помощью выбранного *критерия принятия решения*. Несмотря на некоторую гипотетичность, обрисованная нами операциональная структура действия по обнаружению сигнала в целом соответствует модельным представ-

лениям, развитым в ТОС — психофизической теории обнаружения сигнала (*Green*, *Swets*, 1966; *Swets et al.*, 1961).

1.2.4. Специфические особенности пороговых сенсорных задач

Приведенное выше описание условий выполнения действия по обнаружению сигнала позволяет выделить следующие специфические особенности так называемых *пороговых задач*, отличающие их от широкого класса сенсорно-перцептивных задач:

1. Значительный дефицит сенсорной информации, обусловленный малой интенсивностью стимула или незначительными различиями стимулов.

2. Преимущественно случайный характер предъявления стимулов.

3. Высокий (и часто навязанный) темп предъявления стимулов и осуществления ответных реакций, что обусловливает значительную информационную нагрузку на испытуемого.

4. Ограниченная (как правило) подвижность испытуемого.

Первые две особенности пороговых задач вызывают у испытуемого чувство высокой информационной неопределенности. Третья и четвертая обусловливают необходимость высокой концентрации внимания и сосредоточенности на стимульном потоке, а также произвольных усилий для поддержания устойчивого внимания в течение длительного времени.

В психологии бытует мнение, что задачи на обнаружение/различение простых (с одним параметром стимуляции) сенсорных сигналов не трудны для испытуемых. Известные специалисты по исследованию бдительности Дж. Уорм и У. Дембе (*Warm*, *Dember*, 1998) полагают, что такая точка зрения сформировалась под влиянием хорошо известных активационных моделей бдительности, относящих пороговые задачи к типичным задачам на бдительность. Последние традиционно считаются монотонными, связанными с недостаточной стимуляцией

и, следовательно, предъявляющими весьма невысокие требования к процессам переработки информации.

На наш взгляд, такая оценка трудности пороговых задач неверна. Известные психофизиологи Р. Парасураман и Д. Дэвис (*Parasuraman*, *Davies*, 1976, 1977) показали, что пороговые задачи на бдительность гораздо труднее для наблюдателя, чем предполагалось ранее, поскольку в них присутствует постоянная напряженность и от человека требуется принятие определенного решения. Этот вывод подтверждают исследования американских психологов, посвященные оценке уровня психической нагрузки в различных экспериментальных задачах. Кратко опишем эти, к сожалению, мало известные в России работы.

По заказу НАСА американские психологи разработали «Шкалу индексов нагрузки, вызываемой у испытуемого экспериментальной задачей» — TLX-шкалу (см.: *Eggemeier*, 1988; *Hart, Staveland*, 1988; *Hill et al.*, 1992; *Nygren*, 1991). С помощью этой шкалы измеряется общая нагрузка в диапазоне от 0 до 100 баллов, а также определяется относительный вклад в решение задачи шести отдельных источников нагрузки. Три источника касаются требований, предъявляемых задачей к соответствующим ресурсам наблюдателя — умственным, временны́м и физическим; остальные три касаются характера взаимодействия между наблюдателем и задачей — исполнения, усилия и фрустрации. Специальные исследования, проведенные группой американских психологов из Университета Цинциннати под руководством Уильяма Дембе, показали, что так называемые задачи на бдительность, включающие обнаружение/различение пороговых сигналов, находятся в верхней части шкалы TLX и соответствуют высокой степени информационной нагрузки — гораздо более высокой, чем в задачах на измерение объема оперативной памяти, времени реакции выбора, оценки временны́х интервалов, а также в задачах на простое сенсомоторное слежение и последовательное выполнение в уме арифметических действий (см. также: *Deaton, Parasuraman*, 1993; *Dittmar et al.*, 1993; *Grubb et al.*, 1995; *Hancock*, 1988; *Scerbo et al.*, 1993; *Warm et al.*, 1996). Суммарные шкальные оценки сходны со зна-

чениями, соответствующими работе испытуемого на сложных авиационных тренажерах. Более того, умственная нагрузка и фрустрация вносят самый существенный вклад в интегральный индекс нагрузки, исходящей от оценивавшейся сенсорной задачи.

Для описания класса пороговых сенсорных задач важна еще одна особенность, имеющая процедурный характер: предъявляются ли наблюдателю сигналы одновременно или последовательно? Например, в наших экспериментах, проводимых методом «да/нет», сигнальные и несигнальные стимулы предъявлялись последовательно, а в методе двухальтернативного вынужденного выбора (2AFC) сигнальный и несигнальный стимулы могут предъявляться одновременно (например, на экране компьютера). Дифференцированная оценка установила, что задачи на различение последовательно предъявляемых сигналов (сукцессивные) дают бóльшую нагрузку, чем задачи на различение одновременно предъявляемых сигналов (симультанные) (*Warm*, 1993). Сукцессивные задачи требуют от испытуемого вынесения прямого, «чистого» (а не сравнительного) суждения; процесс идентификации стимула в них включает необходимость сравнения сенсорного эффекта от действующего стимула с эталоном, хранящимся в оперативной памяти (*Солсо*, 1995; *Broadbent, Gregory*, 1963*a*, *b*; *Hatfield, Loeb*, 1968). Пример сукцессивной задачи: испытуемому последовательно предъявляют ряд коротких звуковых сигналов, он должен обнаружить тот из них, который чуть громче других. В симультанных задачах вся требующаяся для сравнения информация присутствует непосредственно в предъявляемом стимульном паттерне: например, испытуемому на экране монитора показывают два отрезка, он должен обнаружить, какой из них (правый или левый) длиннее. По сравнению с сукцессивными симультанные задачи предполагают значительно меньшую нагрузку на оперативную память.

Рассмотрев особенности задач на обнаружение/различение сигналов, мы можем заключить, что эти задачи достаточно трудны для испытуемого: они предполагают относительно высокий уровень психической нагрузки и

требуют привлечения значительных ресурсов. Кроме того, нагрузка может быть усилена разнообразными экспериментальными манипуляциями по усложнению условий решения задачи, например, уменьшением межстимульного интервала, введением различного рода дистракторов, отвлечением внимания на параллельную задачу, введением сложной системы штрафов и поощрений и т.д. Усложненные условия потребуют от субъекта активной ориентировки в экспериментальной ситуации в целом, а именно анализа собственно сенсорной информации, отслеживания структуры стимульной последовательности, учета значимости решаемой задачи, определения цены ошибок и правильных ответов. Результаты, полученные в рамках классической и современной психофизики, в целом подтверждают наш вывод (для обзора см.: *Бардин*, 1976; *Бардин, Индлин*, 1993; *Линк*, 1995; *Gescheider*, 1997).

Таким образом, становится понятным, что при решении пороговой задачи, «сенсорная информация является не единственным, а в условиях ее дефицита даже и не главным фактором, детерминирующим результат решения» (*Асмолов, Михалевская*, 1974, с. 9). Поэтому, на наш взгляд, необходимо констатировать сложную детерминацию активности субъекта психофизического измерения и, таким образом, отказаться как от неявно принимаемого многими исследователями «постулата непосредственности», так и от «анализа по элементам», ограничивающего исследование рассмотрением ощущений субъекта. Еще в 1930 г. известный психофизик С. Фернбергер заметил: «...от устаревшего представления о том, что мы определяем чувствительность данного конкретного органа чувств, уже отказались. Сейчас мы признаем, что мы определяем чувствительность всего организма как психофизического целого: его органов чувств, его сосредоточенности, его отношения, восприимчивости и понимания указаний, опытности и много другого» (цит. по: *Корсо*, 1974, с. 241).

Разработанная в 1960-х гг. психофизическая теория обнаружения сигнала (ТОС), выделившая две меры решения пороговой задачи (индексы сенсорной чувствительности и строгость критерия принятия решения), не изме-

нила принципиальной установки исследователей-психофизиков на измерение «истинной», или «чистой», чувствительности наблюдателя. Поэтому вслед за цитированными выше авторами (работавшими 30, 40 или 60 лет назад) мы должны еще раз заявить: *задача измерения «чистых ощущений» не имеет решения, поскольку она неверно поставлена.* Пороговые значения (какими бы строгими математическими или объективными физиологическими методами они ни выявлялись) — это всего лишь меры *решения* наблюдателем сенсорной задачи, зависящие как от его индивидуальных особенностей, так и от специфики самой задачи.

Тем не менее известный методологический консерватизм в науке — это реально действующая сила, и «объектный подход» в психофизике до сих пор доминирует. Проанализировав содержание работ, представляемых на ежегодную (1993—2002) конференцию Международного общества психофизиков «Fechner Day», мы убедились, что подавляющее большинство исследований посвящено детальному (оснащенному, как правило, современными методами математического моделирования) анализу «чистых ощущений», а проблематика субъективного фактора отражена лишь в 7—12% всех представленных работ.

1.2.5. Роль индивидуально-психологических особенностей в решении сенсорной задачи

Известно, что достаточно сложные условия решения пороговой задачи могут по-разному воздействовать на разных испытуемых в силу различия их индивидуально-психологических особенностей (*Айзенк*, 1999; *Егорова*, 1997; *Купер*, 2000; *Либин*, 1999; *Хекхаузен*, 1986). Следовательно, в структуру детерминант эффективности обнаружения сигнала (ЭОС) необходимо включать и индивидуальные различия. Это положение также явно противоречит традиции считать роль индивидуальных различий в психофизических измерениях несущественной и тем более пытаться исключить ее с помощью процедурных и/или вычислительных приемов.

Справедливости ради отметим, что так называемый «объектный» подход в психофизике и связанное с ним

уподобление психофизических измерений техническим дали психофизике как отрасли научной психологии ряд преимуществ: они позволили «отойти от умозрительных рассуждений по поводу психики и ее свойств к измерению ощущений, способствовали развитию в психофизике метода математического моделирования, позволяющего не только измерять, но на основе работы с моделью предсказывать результаты предстоящего измерения» (*Бардин, Индлин*, 1993, с. 12). Однако, как далее справедливо отмечают цитируемые авторы, накопившаяся масса эмпирических данных свидетельствует о том, что «парадигма подобия приборному измерению, вынося активность субъекта за скобки, приводит к тому, что имеющиеся математические модели описывают поведение человека в психофизическом эксперименте лишь в некотором, достаточно грубом приближении» (*там же*).

1.2.6. Психофизика активного субъекта, или субъектный подход в психофизике

В отечественной науке наряду с традиционным психофизическим анализом сложился и развивается экспериментально-теоретический подход к наблюдателю как активному субъекту психофизического измерения. Он базируется на принципе активности человека как субъекта психической деятельности и выражается в отказе от двух основных классических психофизических парадигм: парадигмы подобия психофизического и приборного измерений и парадигмы принципиальной схожести работы сенсорной системы у различных лиц. Развитие этого подхода на основе современных вариантов ТОС позволило оценить влияние структурных и динамических характеристик деятельности наблюдателя и особенностей его индивидуальности на две основные меры эффективности решения сенсорной задачи — индексы сенсорной чувствительности и строгость критерия принятия решения (КПР) (для обзора см.: *Бардин и др.*, 1991). Обобщение экспериментальных фактов, полученных в работах К.В. Бардина, Ю.М. Забродина, М.Б. Михалевской, Ю.А. Индлина, О.А. Конопкина,

позволило сформулировать *субъектный* подход в психофизике (*Бардин, Индлин*, 1993; *Бардин и др.*, 1988, 1991), который объединил психофизическую парадигму с процессуально-деятельностной традицией отечественной психологии и дифференциально-психологической линией исследований.

Базируясь на достижениях количественного психологического анализа, *психофизика активного субъекта* (*Бардин и др.*, 1988) переносит акцент на качественное изучение внутренней детерминации результатов сенсорных измерений собственной активностью субъекта. Эта активность проявляется в специфичной для конкретного субъекта индивидуально-психологической структуре сенсорной деятельности. Важнейшие составляющие этой структуры — сенсорная задача наблюдателя и операциональный состав процесса ее решения (внутренние и внешние психологические средства, интер- и интраиндивидуальные механизмы выбора этих средств).

Как уже отмечалось, к настоящему времени накопилось множество надежных и однородных фактов о возможности существенного влияния индивидуальных различий как на интегральные (в целом по опыту) значения психофизических индексов, так и на их динамику в ходе одного опыта. Исследование роли интра- и интерындивидуальных различий составляет предмет дифференциальной психофизики.

1.2.7. Интраиндивидуальные и интерындивидуальные различия

Интраиндивидуальные различия проявляются в динамике решения испытуемым сенсорной задачи в ходе одного опыта или от опыта к опыту под влиянием случайных или специально контролируемых в эксперименте факторов. Например, в изменении чувствительности и КПР под влиянием монотонии, утомления, времени суток, депривации сна (асомнии) и т.д.

Интерындивидуальные различия обусловлены специфическим влиянием индивидуально-психологических разли-

чий испытуемых на эффективность выполнения задачи и их взаимодействием с условиями, в которых она решается. Например, интерындивидуальные различия в сенсорных способностях испытуемых или характере динамики их работоспособности в ходе опыта проявляются при сравнении групп испытуемых с различной степенью выраженности экстраверсии, нейротизма, мотивации достижения или когнитивно-стилевых особенностей.

Дифференциальная психофизика стала интенсивно развиваться как отдельное направление в последние 20—25 лет. В первой половине XX в. этой тематике были посвящены немногочисленные и фрагментарные исследования влияния мотивов, установок и отдельных свойств индивидуальности испытуемого на эффективность выполнения сенсорных задач (Д.Ф. Корсо в своем обзоре (1974) указывает на работы Е. Боринга 1920 г., С. Фернбергера 1930-го, Г. Хелсона 1947-го, А. Трейсмана и Д. Уотса 1966 г.; см. также: *Бардин*, 1976; *Линк*, 1995; *Gescheider*, 1997). Однако и в настоящее время можно по пальцам перечесть исследования, проведенные в этом направлении, и исследователей, длительно и целенаправленно занимающихся данной проблематикой (в отечественной литературе см., например, работы И.Г. Скотниковой).

Ниже будет дан краткий обзор основных направлений исследований дифференциально-психологической тематики в психофизике-I. Этим термином в психофизической литературе обозначают направление, исследующее процессы обнаружения/различения пороговых сигналов, т.е. занимающееся проблемами измерения сенсорной чувствительности. В обзоре мы ограничимся лишь теми направлениями исследований, которые непосредственно соотносятся с нашими собственными экспериментами (см. главы 2, 3 и 4), т.е. рассмотрим работы, посвященные влиянию на эффективность обнаружения/различения пороговых или околопороговых стимулов таких факторов, как: 1) активированность; 2) эмоциональная устойчивость; 3) мотивация достижения.

Сначала введем ряд рабочих (операциональных) определений, в рамках которых мы будем рассматривать соот-

ношение индивидуально-психологических особенностей субъекта и показателей решения им сенсорной задачи. Это тем более важно, что некоторые общепсихологические понятия, применяемые в дифференциальной психологии как теоретические конструкты, не всегда получают нужную интерпретацию в конкретных эмпирических исследованиях. Мы убеждены, что проблема перехода от уровня теоретического анализа к уровню эмпирического (экспериментального) исследования (чрезвычайно важная в экспериментальной психологии личности и психологии индивидуальных различий) должна решаться в направлении четкой операционализации используемых понятий.

1.2.8. Личностные и ситуационные факторы (переменные)

Нам представляется, что независимые (контролируемые в эксперименте) переменные, чаще всего встречающиеся в эмпирических исследованиях, целесообразно разделить на две основные группы — личностные и ситуационные. Под *личностными переменными* мы понимаем результат эмпирического оценивания определенных личностных черт, т.е. стабильных характеристик индивидуальных различий, которые могут быть использованы для объяснения поведения человека (*Айзенк*, 1999; *Егорова*, 1997; *Купер*, 2000; *Либин*, 1999; *Hirschberg*, 1978). На операциональном уровне личностную черту можно представить как некоторую частоту оценки человеком поведенческих актов в определенной ситуации тестирования (*Buss*, *Craik*, 1983). Как конструкты, объясняющие поведение, черты могут основываться на механизмах генетических или приобретенных в ходе индивидуального развития. Однако в конкретном экспериментальном исследовании (операционально, описательно, а не каузально!) они выступают как латентные (т.е. прямо не наблюдаемые) переменные, корреляционно связанные с определенными показателями решения задачи.

Ситуационные переменные характеризуют *условия*, в которых решается задача. Они, как правило, задаются методикой эксперимента (стимульно-ответная парадигма, вре-

менны́е параметры пробы и опыта в целом и т.д.) и факторами, намеренно контролируемыми экспериментатором. К таким условиям, например, относятся: трудность обнаружения сигнала, наличие/отсутствие обратной связи об успешности решения, время суток, прием стимулирующих лекарственных препаратов, активирующее воздействие внешнего шума, уровень оплаты участия в эксперименте и т.д. В соответствии с общепсихологической теорией деятельности (*Леонтьев А.Н.*, 1983) именно ситуационные переменные в первую очередь определяют операциональную структуру решения субъектом сенсорной задачи.

Актуальное состояние субъекта в ходе решения задачи — это результат комбинации его личностных черт и условий ситуации, в которой протекает его деятельность. Например: 1) интроверты при решении напряженной пороговой задачи в утренние часы более активированы по сравнению с экстравертами; 2) высокая личностная тревожность в условиях угрозы наказания (штрафа) за пропуски сигнала приводит к состоянию тревоги. Однако личностные черты — это необходимые, но не достаточные условия для появления определенных состояний личности: ситуативная тревожность проявится лишь тогда, когда к тревожности (черте личности) добавится необходимая ситуация; люди с высоким мотивом достижения (чертой личности), столкнувшись с ситуацией достижения, проявят более высокий уровень мотивации достижения, чем индивиды с низким мотивом достижения.

Мотивация — общепсихологический конструкт, традиционно используемый для описания и объяснения побуждающей силы и направленности поведения. Это состояние является результатом взаимодействия потребностей и намерений с условиями решения задачи (*Хекхаузен*, 1986). В современной когнитивной психологии принято выделять два компонента мотивации — *активацию и усилие, направленное на задачу* (*Humphreys, Revelle*, 1984; *Locke*, 2000; *Matthews*, 1992; *Matthews, Gilliland*, 1999, 2001). Они представляют собой «энергетическую» базу» процесса решения задачи.

Активация — это состояние организма, означающее активность, бдительность, силу и энергичность, т.е. весь

континуум от дремоты до крайнего возбуждения. Актуальный уровень активации — результат внутренней и внешней стимуляции. Среди ситуационных переменных, определяющих уровень активации, выделяют, прежде всего, интенсивность сенсорной стимуляции. Громкий звук, яркий свет, временной дефицит, внешние помехи, сложные стимулы вызывают увеличение активации (*Данилова*, 1985; *Хессет*, 1981; *Хомская*, 1972; *Mattews, Davies*, 1998). Индикаторами активации являются как физиологические, так и психометрические показатели. Физиологические показатели высокой активации (состояние «arousal») таковы: большая электропроводимость кожи (меньшее сопротивление), увеличение частоты сердечных сокращений и дыхания, усиление метаболической активности, высокий уровень жирных кислот, нефринов и эпинефринов в плазме крови, десинхронизация и преобладание высоких частот в ЭЭГ (*Данилова*, 1985, 1992; Handbook..., 2000; *Robinson*, 2001). Опросным методом установлено, что высокая активация связана с чувством повышенной активности, живости, энергичности; низкая — с дремотой, вялостью и общей заторможенностью (*Леонова*, 1984; *Thayer*, 1967, 1978).

На наш взгляд, целесообразно разделять *интра- и интерсубъектные различия в активации*. Если мы будем наблюдать результаты активирующего влияния (например, интенсивной сенсорной стимуляции) на *отдельного человека*, то они будут, как правило, связаны с закономерными изменениями одного или нескольких из указанных выше физиологических показателей. Но если мы будем оценивать изменения *по группе испытуемых* в целом, то получим значительно более сложную картину межиндивидных различий в реактивности разных физиологических систем и соответственно разнообразные паттерны реакций. Так, у одного испытуемого при стимуляции ярким мелькающим светом увеличится частота сердечных сокращений (ЧСС), у другого увеличится электропроводимость кожи (КГР) при неизменной ЧСС. Естественно, что по группе в целом мы не получим никакой значимой корреляции между этими двумя показателями физиологической активации, хотя у каждого испытуемого в отдельности будут выявлены зна-

чимые и вполне закономерные изменения (для обзора см.: *Леонова*, 1984; *Леонова*, *Медведев*, 1981; *Хессет*, 1981). В специальной литературе вопрос о соотнесении различных физиологических и поведенческих реакций в едином паттерне рассматривается как дискуссионный и пока не вполне изученный, поскольку различные системы реагируют достаточно независимо друг от друга. По мнению известного психофизиолога Дж. Лейси, «электрокорковую активацию, активацию вегетативной нервной системы и поведенческую активацию можно рассматривать как различные формы активации, причем каждая сложна сама по себе» (*Lacey*, 1967, p. 15).

В рамках нашего исследования активация рассматривается в концептуальном аспекте, или, используя терминологию факторного анализа, в качестве общего фактора для различных показателей повышенного возбуждения. По-видимому, имеются разные специфические факторы, связанные с контролем активации (*Данилова*, 1992, 2001; *Lacey*, 1967). На наш взгляд, более реально и «экономно» с теоретической и практической точек зрения рассматривать активацию не как ситуационный фактор, а как конструкт более высокого порядка.

Полезно также различать активацию *локальную* (на микроуровне) и *глобальную* (на макроуровне). Локальная активация может проявиться в изменении отдельных реакций, например в десинхронизации альфа-ритма, увеличении ЧСС и т.д. Эти реакции отражают локальную активацию отдельных физиологических систем и протекают краткосрочно (*Данилова*, 1985, 1992; *Хомская*, 1972; *Gale*, *Eysenck*, 1992). Глобальная активация проявляется на уровне целостных реакций организма, таких как переживание повышенной активности или бодрости (*Леонова*, 1984; *Thayer*, 1978), повышение температуры тела (*Хессет*, 1981; *Blake*, 1967), увеличение эффективности решения задач на бдительность (*Humphreys, Revelle*, 1984; *Mattews, Davies*, 1998) или усиление продукции гормонов (*Frankenhaeuser*, 1975). Такая активация может продолжаться достаточно долго — минуты, часы или более (в случае длительного стресса).

Усилие, направленное на задачу, — это мотивационное состояние, обозначающее напряжение и чувство включенности в задачу (*Иванников*, 1998; *Ильин*, 2001; *Хекхаузен*, 1986). Усилие возрастает, когда человек напрягается под влиянием таких побудительных факторов, как повышение вознаграждения, усложнение задачи или увеличение ее важности. Усилие, направленное на задачу, характеризуется привлечением или перераспределением ресурсов в пользу актуальной задачи (*Kahneman*, 1973). Оно в значительной степени определяется внешне заданной инструкцией и ее субъективной трансформацией, выражающейся в принятии этой инструкции испытуемым. На наш взгляд, стоит различать усилие, связанное с состоянием напряженности, и собственно усилие, направленное на задачу (*Шапкин*, *Гусев*, 2001; *Humphreys*, *Revelle*, 1984).

В рамках конкретного экспериментального исследования различение активации и усилия выглядит как различение контроля за двумя группами ситуационных факторов: физиологические детерминанты поведения (фармакологические воздействия, бессонница, время суток) прямо влияют на активацию; когнитивные детерминанты (поощрение, трудность задачи, инструкция) в большей степени влияют на степень прилагаемого усилия (*Humphreys*, *Revelle*, 1984; *Mattews*, *Davies*, 1998; *Matthews*, *Gilliland*, 1999, 2001; *Revelle*, *Anderson*, 1992; *Revelle et al.*, 1980).

Таким образом, мы, как и авторы многих современных исследований индивидуальных различий, придерживаемся следующей схемы анализа деятельности испытуемого по решению сенсорной задачи: личностные и ситуационные переменные влияют на мотивационные конструкты (активацию и усилие), а те в свою очередь — на процессы переработки информации.

1.2.9. Ресурсный подход как общая методология анализа динамики решения сенсорной задачи

В плане общей методологии исследования процессов переработки информации мы придерживаемся понимания познавательных процессов как системы с ограниченным объе-

мом ресурсов (*Дормашев*, *Романов*, 1995; *Kahneman*, 1973; *Navon*, *Gopher*, 1979). Эта идея (в некотором смысле метафоричная) широко применяется в когнитивной психологии и психофизиологии для интерпретации данных о динамике эффективности решения какой-либо задачи. Ресурсы трактуются как определенный энергетический резерв, гибко распределяемый в рамках процесса переработки информации (*Hirst*, *Kalmar*, 1987; *Kahneman*, 1973; *Schneider*, *Dumais*, *Shiffrin*, 1984). В современной когнитивной психологии распространены два основных ресурсных подхода — концепция единого (общего) ресурса и концепция множественных ресурсов. В соответствии с первой концепцией предполагается, что ресурсы могут распределяться между различными частями процесса переработки информации в целом (*Kahneman*, 1973); в рамках второй концепции считается, что различные типы когнитивных процессов имеют специфичные им ресурсы (*Wickens*, 1984, 1992).

Вслед за американскими исследователями М. Хамфрисом и У. Ревеллем (*Humphreys*, *Revelle*, 1984; *Revelle*, *Humphreys*, 1983) мы выделяем два пути рассмотрения описанных выше мотивационных конструктов в рамках ресурсного подхода к переработке информации. Первый путь — рассмотрение этих конструктов с точки зрения концепции *распределения ресурсов*. Например, при решении задачи обнаружения сигнала может иметь место распределение ресурсов: 1) между несколькими компонентами задачи: с увеличением скорости реагирования снижается точность; восстановление в памяти сенсорного эталона приводит к пропуску очередного сигнала (*Humphreys*, *Revelle*, 1984; *Pachella*, 1974); 2) между задачей, поставленной экспериментатором, и задачей, определенной самим испытуемым: испытуемый сосредоточен на выполнении тех требований, которые не заданы в инструкции и не контролируются экспериментатором (*Humphreys*, *Revelle*, 1984). Если затраты на привлечение дополнительных ресурсов для улучшения деятельности становятся сравнимыми по «цене» с пользой от улучшения самой деятельности, тогда становится невыгодно распределять ресурсы: в ситуации чрезмерного утомления невыгодно привлекать допол-

нительные усилия, поскольку это может привести к полному прекращению самой деятельности (*Гусев*, 1989; *Дикая*, 2003; *Navon*, *Gopher*, 1979).

Второй путь — рассмотрение мотивации в рамках общей модели переработки информации с точки зрения *доступности ресурсов*. По Д. Канеману, например, увеличение мотивации может создавать дополнительные ресурсы (т.е. увеличивать их общий объем и тем самым делать их более доступными), а не перераспределять уже имеющиеся от задачи к задаче или в рамках одной задачи (*Kahneman*, 1973).

Для анализа динамики решения задач обнаружения/различения сенсорных сигналов были сформулированы более конкретные представления о влиянии когнитивных ресурсов на этот процесс. Развивая концепцию Д. Канемана, американские исследователи Р. Парасураман, Дж. Уорм и У. Дембе (*Parasuraman et al.*, 1987) использовали концепцию единого (общего) ресурса в ходе экспериментального анализа специфики выполнения сукцессивных и симультанных задач на обнаружение/различение сигналов. По мнению авторов, в сукцессивных задачах требуется больше ресурсов, чем в задачах симультанных, поскольку от первых исходит бóльшая нагрузка на кратковременную память (необходимо сохранять в памяти сенсорный эталон, извлекать его и сравнивать с актуальным сенсорным эффектом). В силу этого, полагают авторы, кратковременная память должна быть более чувствительной к индивидуальным различиям испытуемых по доступности ресурсов.

В модели М. Хамфриса и У. Ревелля (*Humphreys*, *Revelle*, 1984), основывающейся на концепции множественности (специфичности) ресурсов, различаются два вида ресурсов: ресурсы для непрерывной передачи информации (НПИ-ресурсы) и ресурсы для кратковременной памяти (КП-ресурсы). Сравнивая сукцессивные и симультанные сенсорные задачи, авторы предполагают, что для выполнения первых более значимо привлечение КП-ресурсов, а для вторых — НПИ-ресурсов.

Таким образом, мы можем построить следующую уровневую схему регуляции процесса решения сенсорной задачи (рис. 1.1):

Рис. 1.1. Схематическое изображение регуляции решения сенсорной задачи

1. Привлекаемые ресурсы (как энергетический и структурный резервы деятельности) обеспечивают функционирование психофизиологических механизмов реализации процесса переработки сенсорной информации. Это базовый, *операциональный* уровень регуляции решения сенсорной задачи.

2. Мотивационные конструкты (активация и усилие) влияют на доступность и/или распределение ресурсов через личностные и ситуационные переменные. Это *надоперациональный* уровень регуляции решения сенсорной задачи.

Наше дальнейшее внимание будет сосредоточено на подтверждении основного тезиса настоящего исследования: процесс обнаружения сигнала можно рассмотреть как решение субъектом сенсорной задачи особого рода. Приведенная схема (рис. 1.1) будет задавать нам общие рамки анализа изучаемого процесса. Литературные данные, которые будут проанализированы в последующих главах, и результаты наших собственных экспериментов послужат материалом, доказывающим возможность и продуктивность нашего подхода.

Глава 2
Роль ситуационных и индивидуально-психологических факторов в решении задачи обнаружения зрительного сигнала

2.1. Проблема ситуационных и индивидиуально-психологических детерминант эффективности обнаружения сигнала (ЭОС) в задачах на бдительность (обзор литературы)

В психологической и психофизиологической литературе вопрос о детерминантах эффективности решения пороговых и околопороговых задач, как правило, рассматривался в контексте проблемы бдительности, что, на наш взгляд, обусловлено скорее практической значимостью этой проблемы, нежели интересом исследователей к психологическим механизмам сенсорно-перцептивных процессов как таковых.

Анализ литературы позволяет выделить две различные парадигмы исследования причин ЭОС. В рамках первой парадигмы изучались *непосредственные* влияния личностных и ситуационных переменных и/или их взаимосвязей на определенные мотивационные состояния субъекта (например, работы по оценке и экспериментальной проверке активационной теории Г. Айзенка — см.: *Craig et al.*, 1979; *Revelle et al.*, 1976, 1980). Исследователи, как правило, варьировали факторы, обусловливающие изменение активации человека, и оценивали ЭОС.

Приверженцы другой парадигмы пытались строить структурно более сложные схемы или модели, отражающие базовые (обеспечивающие протекание сенсорного процесса) познавательные процессы (механизмы), подверженные влиянию варьируемых переменных. Тем самым предполагалась более сложная и *опосредствованная* детерминация: личностные (диспозиционные) и ситуационные переменные влияют на мотивационные конструкты, а те в свою очередь — на процессы переработки информации. Например, в модели М. Хамфриса и У. Ревелля (*Humphreys*, *Revelle*, 1984) в качестве таковых выделяются процессы непрерывной передачи информации (НПИ) и ресурсы кратковременной памяти (КП), в модели Р. Парасурамана (*Parasuraman*, 1985) в качестве базового когнитивного механизма рассматривается доступность ресурсов переработки информации.

2.1.1. Практический и теоретический аспекты изучения проблемы бдительности

Бдительность (или, как говорят в последние годы, устойчивое внимание) выражается в способности наблюдателя к обнаружению редко появляющихся и меняющихся по физическим параметрам сигналов в течение продолжительного периода времени. Изучение этого аспекта деятельности человека в значительной степени связано с психологией труда и эргономикой, поскольку бдительность играет особую роль в решении разнообразных трудовых задач и в функционировании человеко-машинных систем (*Забродин*, *Зазыкин*, 1985; *Ломов*, 1984; *Howell*, 1993; *Parasuraman*, 1986; *Proctor*, *Van Zandt*, 1994; *Wickens*, 1992).

Многие авторы (*Голиков*, *Костин*, 1996; *Лебедев*, 2000; *Sheridan*, 1970, 1987) отмечают, что все расширяющаяся автоматизация производственных технологий привела к изменению роли в них специалиста-оператора. От активного ручного *управления* процессом человек перешел к работе с дисплеем в режиме непрерывного *наблюдения*, и эта работа лишь изредка (в случае появления события, связанного с проблемной ситуацией) требует от него не-

которого контрольного или исполнительного действия. Таким образом, бдительность оператора-наблюдателя — это жизненно важный аспект функционирования автоматизированных систем в различных областях деятельности человека, включая контроль над воздушным движением, наблюдение за приборами в кабине пилота, технологические процессы в промышленности, контроль качества продукции (*Зинченко, Мунипов*, 1979; *Лебедев*, 2000; *Ломов*, 1966, 1984; *Пономаренко*, 1995; *Satchell*, 1993; *Warm*, 1984; *Wickens*, 1992).

Одно из преимуществ автоматизации рабочего места — уменьшение информационной (сенсорной) нагрузки на оператора. Однако редукция общей активности оператора, фактически исключающая его из решения сколько-нибудь сложных познавательных задач, имеет и свою оборотную сторону. Специальные исследования психологов показали, что причиной многих широкомасштабных происшествий была сверхуверенность операторов (*Molloy, Parasuraman*, 1996). Этот феномен, связанный со снижением активной роли человека в высокоавтоматизированных системах и фактическим смещением его на периферию контролируемого автоматикой процесса (*периферизация* оператора), описан рядом психологов (*Лебедев*, 2000; *Пономаренко*, 1995; *Satchell*, 1993). В результате такой периферизации операторы-наблюдатели с меньшей вероятностью и надежностью отслеживают критические изменения состояния контролируемой ими системы во времени и столь же ненадежно реагируют в аварийной ситуации. По мнению Р. Парасурамана (*Parasuraman*, 1986), в современных автоматизированных системах не могут быть полностью устранены проблемы, связанные с ограниченностью устойчивости внимания человека. Более того, даже в условиях полной автоматизации оператору-наблюдателю необходимы надежные устройства отображения тех неисправностей системы, с которыми он должен активно работать. Поэтому знания о механизмах, лежащих в основе бдительности человека в ситуациях неопределенности, и о психологических факторах, контролирующих ее эффективность, совершенно необходимы для обеспечения целостности и

работоспособности автоматизированной системы и безопасности окружающих.

Уильям Дембе (*Dember, Warm*, 1979), посвятивший более 20 лет изучению психологических проблем бдительности в Университете Цинциннати (США), пишет, что понятие «бдительность» было впервые использовано в 1923 г. известным британским нейрофизиологом Генри Хедом как рабочий термин для обозначения состояния максимальной физиологической и психологической готовности к реагированию на стимул. Систематическое же изучение проблемы бдительности, начатое в середине 1940-х гг., было обусловлено осознанием потенциальной важности проблем, которые возникли во время Второй мировой войны в Королевских ВВС Великобритании в связи необходимостью поиска и уничтожения немецких подводных лодок. Основной технологической инновацией того времени было использование радиолокатора для охранного наблюдения — обнаружения и слежения за военными целями. Однако на практике оказалось, что уже через 30 минут после начала такого наблюдения даже хорошо мотивированный и обученный оператор радиолокационной станции переставал замечать характерное пятно на экране радара, отображающее присутствие подводной лодки на поверхности моря. В результате корабли береговой охраны не получали информации о приближении вражеского судна.

В ответ на предложение разобраться в проблеме, полученное от командования ВВС, известный английский психофизиолог Норман Макворс (см.: *Parasuraman, Warm, Dember*, 1987) начал свои классические эксперименты с моделированием различных режимов работы оператора за дисплеем радара. Полученные им результаты подтвердили подозрения военных о том, что с течением времени устойчивость и надежность работы оператора-наблюдателя снижаются. Исходный уровень ЭОС был достаточно высок в течение 85% всего времени, но, несмотря на это, через 30 минут после начала наблюдения ЭОС, как правило, падала на 10% и продолжала градуально снижаться до конца опыта. Такое снижение ЭОС получило название *декремента бдительности*, или *декрементной функции*. Эти резуль-

таты были подтверждены во многих повторных исследованиях и в настоящее время считаются наиболее воспроизводимыми и надежными данными при исследовании бдительности (*Davies, Parasuraman*, 1982; *Dember, Warm*, 1979; *See et al.*, 1995; *Warm*, 1984, 1993). Декрементная функция была обнаружена как у опытных наблюдателей (в экспериментах Макворса), так и у неопытных не только в искусственных (лабораторных) условиях, но и в реальной операторской деятельности (*Backer*, 1962; *Colquhoun*, 1967; *Schmidke*, 1976), в частности канадские психологи исследовали диспетчеров воздушного движения (*Pigeau et al.*, 1995).

Проблема бдительности имеет и большое теоретическое значение, поскольку непосредственно связана с исследованием психологических и психофизиологических механизмов, регулирующих устойчивую во времени эффективность решения человеком сенсорных задач в ситуации неопределенности. Эта проблема имеет системный характер. С одной стороны, речь, как правило, идет о предельных сенсорных возможностях человека, поэтому важным аспектом решения указанной проблемы становится исследование тех индивидуально-психологических и индивидуально-психофизиологических различий, которые связаны с максимальной эффективностью функционирования базовых механизмов переработки информации. С другой стороны, обнаружение/различение сенсорных сигналов — это всегда решение конкретной задачи, протекающее в конкретных условиях специфически мотивированной деятельности и опосредствованное. Таким образом, налицо сложная детерминация эффективности протекания сенсорного процесса на всех уровнях триады «индивид—индивидуальность—личность».

В силу сложности и многоаспектности проблемы бдительности в настоящее время нет какой-либо единой и общепризнанной теории, описывающей психологические механизмы регуляции эффективности протекания сенсорного процесса и позволяющей прогнозировать уровень предельных сенсорных возможностей и его изменение во времени. Тем не менее имеются серьезные научные тради-

ции и накоплен значительный эмпирический материал по исследованию различного рода факторов, влияющих на ЭОС.

2.1.2. Таксономия задач на бдительность

Описывая эмпирические результаты по проблеме бдительности, целесообразно сначала рассмотреть некоторые основания для классификации сенсорных задач, используемых в конкретных экспериментах. По мнению Н. Макворса, ранние исследования динамики бдительности проводились вне каких-либо определенных теоретических рамок и носили сугубо эмпирический характер, поскольку изначально были направлены на решение чисто практических проблем (см.: *Jerison*, 1970). Вследствие этого для определения условий, влияющих на бдительность, исследователи использовали разнообразные системы отображения стимульной информации и разные тестовые задачи.

Огромное разнообразие задач на бдительность породило существенные нестыковки в интерпретации результатов их решения (см., напр.: *Hancock*, 1984; *Mackworth*, 1970). Выполнение испытуемыми одной и той же задачи в рамках одного эксперимента давало надежные и повторяющиеся результаты, но результаты выполнения ими различных задач коррелировали слабо. Разные авторы получали корреляции порядка 0.1—0.4 (*Parasuraman, Davies*, 1977; *Parasuraman et al.*, 1987; *Warm, Jerison*, 1984). Следовательно, можно сделать вполне определенный вывод об отсутствии какого-либо единого процесса, обусловливающего эффективность решения человеком задач на бдительность. Можно также предположить, что эта эффективность обусловлена спецификой самой задачи и поэтому в разных задачах она обеспечивается разными процессами и механизмами. Но в таком случае чрезвычайно трудно делать какие-то предсказания по поводу эффективности работы наблюдателя, тем более контролировать его работу.

Пытаясь как-то разрешить проблему несопоставимости используемых задач, Р. Парасураман и Д. Дэвис (*Davies*, *Parasuraman*, 1982; *Parasuraman*, *Davies*, 1977), предложи-

ли внести в это разнообразие определенный порядок, взглянув на устойчивость внимания с позиций ресурсной теории (*Kahneman*, 1973; *Wickens*, 1984). Согласно этой теории, система с ограниченной способностью к переработке информации прибегает к распределению ресурсов для преодоления тех ситуаций, которые препятствуют процессу переработки информации. В рамках этой модели декремент бдительности отражает истощение ресурсов переработки информации. Они не могут быть восполнены и, следовательно, не могут быть доступны в данный момент времени.

Используя общие рамки ресурсной модели Д. Канемана, Р. Парасураман и Д. Дэвис (*Parasuraman*, *Davies*, 1977) предложили достаточно простую и широко применяемую в настоящее время классификацию задач на бдительность, основанную на четырех измерениях: 1) тип задачи (симультанная/сукцессивная); 2) частота события (частое/редкое); 3) сенсорная модальность (зрение/слух) и 4) источник трудности (сигналы одного типа/многих типов). Авторы предположили, что дифференциация задач по предложенным ими категориям позволит получить вполне непротиворечивые оценки ЭОС.

Тип задачи — наиболее важная категория в данной таксономии — подчеркивает природу процессов обнаружения/различения, осуществляемых наблюдателем для отделения целевых сигналов от фонового шума или от нецелевых сигналов. *Сукцессивные* задачи требуют того, что в психофизике называют *абсолютными суждениями*: целевые и нецелевые стимулы различаются путем сравнения актуального ощущения с эталоном, хранящимся в оперативной памяти. Например, в типичной задаче, использовавшейся в наших экспериментах (см. главу 1, п. 1.2.3), наблюдатель должен был обнаруживать, предъявлялся ли в короткой звуковой пробе «сигнал» или только «шум». В *симультанных* задачах производятся *сравнительные суждения*: вся информация, требующаяся для различения целевых и нецелевых стимулов, актуально присутствует, и след в памяти о стимульных характеристиках целевого сигнала не нужен. Типичная симультанная задача — различение двух линий, появляющихся одновременно на экране ком-

пьютера, причем место более высокой линии (справа или слева) меняется от пробы к пробе в случайном порядке.

Р. Парасураман и Д. Дэвис, а также другие авторы (напр., *Hamphreys*, *Revelle*, 1984) подчеркивают, что сукцессивные задачи (в силу включенности в них памяти) дают бóльшую когнитивную нагрузку, чем симультанные. Таким образом, можно заключить, что тип решаемой задачи на бдительность важнее физических параметров стимуляции. При сравнении сукцессивных и симультанных задач важно включение/невключение системы кратковременной памяти в процесс переработки информации.

2.1.3. Эмпирические исследования в рамках таксономии Р. Парасурамана и Д. Дэвиса

Ключевой элемент описанной выше таксономии — допущение о когнитивном ресурсе как общем факторе бдительности. Значит, можно предположить, что корреляция между показателями ЭОС будет увеличиваться с ростом когнитивной сложности задач. В работах Р. Парасурамана и Д. Дэвиса (*Parasuraman*, 1976; *Parasuraman*, *Davies*, 1977) специально оценивалось сходство ЭОС в парах уравненных по трудности слуховых и зрительных сукцессивных и симультанных задач. Было показано: 1) корреляция между задачами *одного* типа, даже при различии в модальностях, достигала 0.6—0.8 (это подтверждало идею общности механизмов, лежащих в основе процессов бдительности); 2) корреляция между задачами *различного* типа оставалась на низком уровне, как и сообщалось раннее. В аналогичных работах других авторов также было продемонстрировано, что высокая положительная корреляция имела место только при соотнесении задач *одного* типа (*Becker et al.*, 1995; *Colquhoun*, 1975; *Craig et al.*, 1979; *Matthews et al.*, 1993; *Sverko*, 1968).

В таксономии Р. Парасурамана и Д. Дэвиса подчеркнута и другая важная особенность условий решения сенсорной задачи — частота (темп) предъявления сигнальных/несигнальных событий во времени. Авторы предположили, что высокая частота событий (например, 40 стимулов в

минуту) требует бóльших ресурсов и большего напряжения, чем низкая частота (5—10 стимулов в минуту), поскольку в первом случае испытуемому приходится чаще и быстрее принимать решения по поводу того, содержал ли поступивший стимул обнаруживаемый сигнал или нет. Во многих экспериментах было показано, что эффективность бдительности обратно пропорциональна изменению частоты событий (*Bowers*, 1982; *Davies*, *Parasuraman*, 1982; *Dember*, *Warm*, 1979; *Galinsky et al.*, 1990, 1993; *Lanzetta et al.*, 1987; *Todkill*, *Humphreys*, 1994; *Warm*, *Jerison*, 1984).

На наш взгляд, этот вывод вполне справедлив, однако такая логика не представляется нам единственно возможной, поскольку она не учитывает влияния фактора субъективной неопределенности появления в стимульной последовательности целевого события. В задачах с надпороговыми сигналами с ростом частоты их предъявления информационная нагрузка действительно возрастает, что требует от человека большей затраты ресурсов по сравнению с ситуацией обнаружения редкого сигнала. В данном случае процесс принятия решения редуцирован и происходит почти автоматически. Однако в задачах с пороговыми сигналами ситуация явно меняется: процесс принятия решения может требовать привлечения дополнительных ресурсов, что связано с необходимостью выработки и реализации особой стратегии наблюдателя, находящегося в ситуации высокого дефицита сенсорной информации. Психофизические эксперименты с такой стимульной ситуацией показывают, что максимальная неопределенность возникает именно при равновероятности предъявления целевых и нецелевых стимулов (*Бардин*, *Индлин*, 1993; *Индлин*, 1977*а*, *б*; *Конопкин*, 1980). Можно ожидать, что определенная часть когнитивных ресурсов будет направлена на анализ стимульной последовательности, вероятностное прогнозирование появления целевого стимула, соотнесение предварительной информации о структуре стимульной последовательности с текущими ответами, сигналами обратной связи и т.д. Таким образом, есть основания предполагать: если в задачах на бдительность используются пороговые или околопороговые стимулы, то акцент в распределении когни-

тивных ресурсов может смещаться с сенсорной части процесса обнаружения/различения на собственно процесс принятия решения. В этой ситуации увеличение частоты предъявления стимулов (в том числе и целевого) может оказаться не единственным фактором, обусловливающим затрату ресурсов.

На анализируемый нами аспект стимульной ситуации также обратили внимание У. Дембе и Дж. Уорм (*Dember*, *Warm*, 1979). Они предложили различать в задачах на бдительность влияние психофизических факторов *первого порядка* (изменение интенсивности, длительности целевого сигнала) и *второго порядка* — частоты и регулярности появления сигнала. По их мнению, факторы второго порядка существенно влияют на ЭОС. Если фоновые события предъявляются регулярно, то испытуемый может прогнозировать их появление и не находиться постоянно в состоянии повышенного внимания. Если события, которые необходимо отслеживать, появляются не регулярно, а случайно, то наблюдатель не может предсказать их появление и поэтому должен постоянно наблюдать за дисплеем или прислушиваться и быть внимательным, чтобы обеспечить ЭОС. Таким образом, нерегулярное предъявление сигналов делает задачу более сложной и более когнитивно нагруженной для испытуемого.

Влияние регулярности/случайности предъявления сигналов на эффективность бдительности было экспериментально установлено (*Fisk*, *Scerbo*, 1987; *Richter et al.*, 1981). В лаборатории У. Дембе было показано, что в сукцессивных задачах этот эффект выражен сильнее, чем в симультанных (*Scerbo et al.*, 1987). Эффект пространственной неопределенности появления целевого стимула был так же хорошо исследован. В экспериментах на бдительность пространственная неопределенность обнаруживаемого стимула может варьироваться путем случайного расположения предъявляемого сигнала на экране монитора. В ряде работ было показано, что такая неопределенность снижает скорость и точность обнаружения зрительного сигнала (*Adams*, *Boulter*, 1964; *Lisper*, *Tornros*, 1974; *Milosevic*, 1974; *Warm et al.*, 1992). Исследователи подчеркивали, что задачи на про-

странственное внимание включают в себя как автоматический ориентировочный компонент, так и компонент, требующий произвольного усилия и затраты ресурсов на поиск и сканирование (*Jonides*, 1981; *Liu*, *Wickens*, 1992). Рост пространственной неопределенности увеличивает необходимость сканирования площади монитора и, следовательно, повышает затраты произвольного внимания.

В лаборатории У. Дембе было установлено, что пространственная неопределенность сильнее влияет на сенсорную способность (снижает чувствительность) в сукцессивных задачах, чем в симультанных (т.е. сукцессивные задачи требуют больше ресурсов — см.: *Warm*, *Dember*, 1998).

Также были получены интересные результаты, подтверждающие важность содержательного, а не формального анализа условий решения задачи на бдительность. В экспериментах с использованием так называемого мультидисплея (индикатора, отображающего на одном экране четыре параметра работы авиационного двигателя) были получены данные, соответствующие изложенной выше ресурсной точке зрения: при увеличении пространственной неопределенности (количества одновременно отображаемых на экране индикаторов) ЭОС уменьшалась. Был получен и неожиданный на первый взгляд результат: при увеличении неопределенности сенсорная способность снижалась сильнее в симультанных задачах, а не в сукцессивных. Однако авторы сочли этот результат вполне закономерным и объяснили его тем, что в симультанной задаче для различения сигнала и шума испытуемый должен просканировать сразу все четыре квадранта экрана и обнаружить на каждом специфические изменения индикаторов, а в сукцессивной задаче он должен увидеть только один индикатор в каждом квадранте и сравнить его со стандартом. Таким образом, количество ресурсов (число микросканирований экрана), требующееся для выполнения симультанной задачи, по-видимому, превысило эффект включения оперативной памяти в решение сукцессивной задачи (*Warm*, *Dember*, 1998). Такой результат, на наш взгляд, подтверждает принципиальную правильность разделения сукцессивных и симультанных задач в таксономии Р. Парасурамана

и Д. Дэвиса. В контексте этого эксперимента видно, что дифференциация типов задач обусловлена не только фактором подключения памяти, но и необходимостью такой важной когнитивной операции, как зрительный поиск.

2.1.4. Отражение снижения бдительности в динамике показателей ЭОС

Рассматриваемая таксономия вносит вклад в понимание не только содержательных оснований дифференциации задач на бдительность, но и двух более широких проблем — природы феномена снижения (декремента) бдительности и специфики когнитивной нагрузки, вызываемой данными задачами. Как правило, при оценке ЭОС в задачах на бдительность в современных исследованиях используются показатели, принятые в психофизической теории обнаружения сигнала (ТОС) — сенсорная чувствительность и критерий принятия решения (КПР). По мнению У. Дембе и Дж. Уорма (*Dember*, *Warm*, 1979) и в соответствии с предположениями ТОС, изменение факторов первого порядка (интенсивность, длительность сигнала) влияет на динамику чувствительности, а изменение факторов второго порядка (частота появления сигнала) — на изменение строгости КПР.

Наиболее устойчивый и надежный результат исследований в области бдительности (*Davies*, *Parasuraman*, 1982; *Parasuraman*, 1979; *Warm*, 1984) заключается в том, что с течением времени у наблюдателя постепенно снижается ЭОС (что выражается в уменьшении количества правильных обнаружений) и повышается строгость КПР (что выражается в увеличении количества ложных тревог). Было обнаружено также, что снижение уровня бдительности в ходе опыта проявляется и в увеличении времени реакции (ВР) на правильные обнаружения. Различные авторы связывали этот факт с ростом строгости КПР без снижения чувствительности или со снижением чувствительности, сопровождаемым или не сопровождаемым ростом строгости КПР (*Davies*, *Parasuraman*, 1982; *Parasuraman*, 1979; *Parasuraman*, *Davies*, 1976, 1977).

Также было установлено, что степень снижения чувствительности в ходе решения сенсорной задачи обратно пропорциональна исходному (т.е. измеренному в начале опыта) уровню чувствительности испытуемого: у лиц с более низким уровнем чувствительности наблюдалось более выраженное ее снижение. Сам же исходный уровень чувствительности зависим от информационной нагрузки на испытуемого: чем больше нагрузка, тем меньше чувствительность (*See et al.*, 1995). Большинство авторов сходятся во мнении, что степень информационной нагрузки определяется сложностью включенных в задачу процессов переработки информации и зависит непосредственно от условий, в которых эта задача решается. Увеличение информационной нагрузки, как правило, уменьшает скорость и точность решения (см., напр.: *Конопкин*, 1980; *Wickens*, 1992).

Рост строгости КПР в процессе решения задачи многие авторы интерпретируют как доказательство увеличения реалистичности оценок испытуемого при обнаружении низковероятного сигнала, который, как правило, используется в подобных экспериментах (*Фришман*, 1981, 1987; *Matthews*, *Davies*, 1998).

Вопрос о том, всегда ли снижение бдительности связано со снижением сенсорной способности, до сих пор полностью не решен. Разные исследования дают разные результаты. Поэтому исследователи делают заключение, что декременты собственно чувствительности (в отличие от динамики КПР и роста ВР) — это редкость (*Davies*, *Parasuraman*, 1982; *Swets*, 1996; *Warm*, *Jerison*, 1984).

На основе обзора специальной литературы и анализа результатов своих собственных экспериментов Р. Парасураман и Д. Дэвис (*Parasuraman*, 1976; *Parasuraman*, *Davies*, 1977) предположили, что декремент бдительности существует, но только в сукцессивных задачах с высокой частотой событий (24 стимула в минуту или выше). Дальнейшие исследования обнаружили это явление и в симультанных задачах — в особенно сложных условиях различения сигнала и шума, причем даже при невысокой частоте событий (*Dittmar et al.*, 1993; *Nuechterlein et al.*, 1983; *Parasuraman*,

1985; *Parasuraman*, *Mouloua*, 1987; *Scerbo et al.*, 1987, 1993; *Warm*, *Dember*, 1998; *Warm et al.*, 1992).

Недавно исследовательская группа под руководством У. Дембе проанализировала материалы 42 экспериментальных исследований декремента бдительности, выполненных в 1980—1992 гг., и пришла к следующим выводам: 1) предположение Р. Парасурамана и Д. Дэвиса о том, что декременты бдительности весьма свойственны задачам на бдительность и связаны как с типом задач, так и с частотой событий, подтверждается; 2) величина декремента прямо пропорциональна частоте событий в сукцессивных задачах и обратно пропорциональна в задачах симультанных; 3) декременты бдительности имели место, когда задача обнаружения сигнала на фоне шума включала не простые сенсорные сигналы, а более сложные, например опознание сложной символьной информации; 4) исключение — задачи симультанного различения очень редких сигналов (с вероятностью появления сигнального стимула 0.05 и реже), в этих задачах действительно имел место феномен увеличения чувствительности со временем (*See et al.*, 1995).

Таким образом, многолетние исследования феномена снижения (декремента) бдительности и его возможной природы в рамках рассмотренной выше таксономии показали, что этот феномен существует и имеет более сложную природу, чем исходно предполагал Н. Макворс (см.: *Matthews*, *Davies*, 1998). Пользуясь данной таксономией, исследователи установили, что феномен снижения бдительности состоит из снижения собственно сенсорной способности (чувствительности) и динамики критерия принятия решения.

2.1.5. Эффективность деятельности и активация

Многие экспериментальные работы, заложившие основу дифференциально-психологического изучения бдительности, выполнены в рамках так называемой активационной теории Г. Айзенка (*Айзенк*, 1999; *Eysenk H.*, 1967). Для оценки уровня активации испытуемых широко применялся известный вопросник Г. Айзенка, с помощью ко-

торого членов выборки можно разделить на противоположные группы: экстравертов/интровертов, нейротичных/ эмоционально стабильных.

«Не все исследователи сходятся во мнениях по номенклатурным вопросам, — пишет Г. Айзенк, — и для обозначения основных личностных переменных до сих пор используются самые разные термины, но вместе с тем среди исследователей-экспериментаторов царит полное согласие по поводу того, что в описательной системе исследования личности эти два фактора (экстраверсия и нейротизм. — *А.Г.*) уверенно занимают главенствующее положение» (1999, с. 429). Мы полностью солидарны с этим мнением.

2.1.5.1. О применимости активационной теории Г. Айзенка к исследованию ЭОС

Прежде чем перейти к обзору конкретных работ, выполненных в рамках объяснительной парадигмы Г. Айзенка, кратко охарактеризуем классические представления самого Айзенка об активационной природе экстраверсии и нейротизма. Суть его активационной теории заключается в том, что структуры восходящей ретикулярной активирующей системы мозга детерминируют индивидуальные различия по фактору экстраверсии через регуляцию кортикальной активации, а структуры висцеральных отделов детерминируют различия по фактору нейротизма (эмоциональность/уравновешенность) через регуляцию взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Таким образом, теоретически при стабильном эмоциональном фоне (т.е. если исключить значимое влияние висцеральной регуляции и, следовательно, стабилизировать проявление нейротизма) в обычных условиях интроверты выполняют некоторую деятельность в состоянии более высокой корковой активации, чем экстраверты. Преобладание корковой регуляции делает поведение интровертов более скованным, произвольным и детерминированным прошлым опытом. И наоборот, дефицит корковой регуляции обусловливает бóльшую непроизвольность, лабильность экстравертов и в целом приводит «к отсутствию каких бы то ни было поведенческих ограничений» (*Айзенк*, 1999, с. 440).

В ситуации эмоционального напряжения, связанного с активацией висцеральных отделов мозга, когда кортикальные структуры активируются автоматически, различия в активированности экстравертов и интровертов должны сглаживаться. Отсюда следует, что эксперименты, направленные на изучение влияния экстраверсии, следует проводить в эмоционально нейтральной ситуации или особым образом контролировать этот фактор. В литературе, касающейся экспериментальных исследований совместного влияния факторов экстраверсии и нейротизма на деятельность человека, эта проблема получила название межфакторного взаимодействия (или взаимовлияния). По словам Г. Айзенка, это взаимовлияние «встречается так часто, что ни одно исследование не может считаться полновесным, если в нем отсутствуют результаты такого зонального анализа, при помощи которого мы получаем возможность отследить эффект пересечения» (*там же*, с. 442).

Из самой сути теории Г. Айзенка непосредственно вытекает еще одна интересующая нас проблема. Коль скоро уровень активации является центральным объяснительным моментом влияния индивидуальных различий на эффективность деятельности, то принципиальное значение приобретают те особенности выполняемой человеком задачи, которые определяют его базовый (или фоновый) уровень активации. Г. Айзенк подчеркивает, что принципиальная важность учета специфики самой задачи вытекает из закона Йеркса—Додсона, устанавливающего инвертированную U-образную зависимость между успешностью выполнения задачи и побуждением (или мотивацией). На наш взгляд, перенос закона Йеркса—Додсона с мотивации на активацию вполне оправдан, поскольку и в классической и в современной нейро- и психофизиологии показано, что эти два понятия тесно взаимосвязаны (*Humphreys*, *Revelle*, 1984).

Итак, если оптимальным для решения задачи будет некоторый средний уровень активации, то в зависимости от специфики самой задачи ее выполнение может по-разному дополнительно активировать экстравертов и интровертов, поэтому можно ожидать сдвига этого оптимума в сторону той или другой группы испытуемых.

Рассмотрим дифференцированное влияние этого дополнительного, активирующего фактора на эффективность решения различных задач экстравертами и интровертами, невротичными и эмоционально стабильными испытуемыми. Классический экспериментальный прием исследования активирующего влияния самой задачи заключается в использовании задач, различающихся по трудности — простых и сложных стимулов, высокой и низкой частоты их предъявления и т.д. Например, в известной работе, выполненной Г. Айзенком совместно с Р. Маклолином в 1967 г. (см.: *Айзенк*, 1999), испытуемые запоминали пары бессмысленных слогов из простого (легкая задача) и сложного (трудная задача) списков. Если в легкой задаче максимальную успешность воспроизведения (минимальное количество ошибок) показали нейротичные экстраверты, а уравновешенные экстраверты (менее активированные) сделали почти в три раза больше ошибок, то в сложной задаче последние (у которых уровень активации повысился и достиг оптимума) выполнили ее максимально успешно, допустив в среднем ошибок на 70, 80 и 100% меньше, чем представители остальных трех групп — соответственно нейротичные экстраверты, нейротичные интроверты и эмоционально стабильные интроверты.

Сложность задачи можно контролировать также с помощью варьирования информационной нагрузки на испытуемого при неизменности самих стимулов. В задаче на бдительность это достигается путем увеличения частоты или ритма предъявления стимулов. В подобных задачах от испытуемого, как правило, требуют обнаруживать один или несколько целевых стимулов. Увеличение темпа их предъявления служит средством усложнения деятельности и, следовательно, повышения активации испытуемых. В работе Дж. Фригона и Л. Грейнжера (*Frigon*, *Granger*, 1978) испытуемые (экстраверты и интроверты, нейротичные и эмоционально стабильные) решали задачу обнаружения целевого зрительного сигнала (одной из трех цифр) в условиях высокого, среднего и низкого темпов предъявления стимулов. В соответствии с ожиданиями, обусловленными теорией Г. Айзенка, выявилось, что при увеличении

темпа (т.е. с ростом активации) ЭОС у интровертов снижалась, а у экстравертов повышалась. Кроме того, оценка уровня физиологической активации по частоте сердечных сокращений (ЧСС) показала, что у интровертов уровень активации был выше при всех условиях стимуляции. В целом аналогичные результаты были получены японским исследователем Й. Кишимото (*Kishimoto*, 1977) в достаточно продолжительной задаче (40 мин.) обнаружения зрительного сигнала. При варьировании априорной вероятности предъявления целевого сигнала (редко/часто) было установлено, что по сравнению с интровертами экстраверты успешнее справляются с задачей обнаружения именно частого сигнала. При обнаружении редкого сигнала (т.е. при снижении активации) в обеих группах испытуемых наблюдалось общее снижение ЭОС к концу опыта.

Из теории Айзенка также следует, что экстраверты и интроверты должны различаться по динамическим характеристикам осуществления деятельности. В монографии 1957 г. (см.: *Айзенк*, 1999) автор пытался обосновать гипотезу о том, что для экстравертов характерно быстрое развитие реактивного торможения, тогда как у интровертов этот процесс развивается гораздо медленнее. В дальнейшем, основываясь на теории известного нейрофизиолога К. Халла, согласно которой во время интенсивной деятельности происходит суммация торможения, приводящая к возникновению в деятельности так называемых «блоков», или непроизвольных периодов отдыха (involuntary rest pauses), — Айзенк предположил, что экстраверты более чувствительны к аккумуляции торможения. В 1963—1964 гг. Г. Айзенк и М. Спилмен (см. *там же*) экспериментально проверили эту гипотезу на задачах теппинг-теста. В качестве показателей эффективности сенсомоторной деятельности использовались длительности интервалов между ударами и стабильность их значений. Оказалось, что экстраверты значительно превосходили интровертов по общему количеству «блоков» и по показателю средней частоты их появления.

Таким образом, в экспериментах по изучению влияния индивидуально-личностных особенностей на эффектив-

ность деятельности четко просматривается необходимость учитывать влияние не только двух личностных факторов (экстраверсии и невротизма), но и группы факторов, связанных с активирующим влиянием самой задачи и условий ее решения.

2.1.5.2. Экстраверсия и пороги чувствительности

Наш особый интерес вызывают данные о влиянии активации на различные показатели сенсорной способности (чувствительности). Было установлено, что у интровертов чувствительность ниже, чем у экстравертов. Этот вывод подтвержден результатами исследования разных сенсорных модальностей: слуховых порогов (С. Смит), вестибулярной чувствительности (Р. Данстоун), вкусовой чувствительности (Г. Фишер) (цит. по: Айзенк, 1999), болевых порогов (*Haslam*, 1967), порогов слияния световых мельканий (*Amelang*, *Ullver*, 1991; *Eysenk*, 1967; *Frith*, 1967).

Если же полагать, писал Д. Коркоран (*Corcoran*, 1965), что уровень активации у интровертов выше, чем у экстравертов, а активация, по сути дела, отражает повышенное возбуждение коры, то при идентичной стимуляции эффективность сенсорного процесса у интроверта будет выше, чем у экстраверта.

2.1.5.3. Индивидуальные различия в активированности и решение задач на бдительность

Влияние фактора активации на бдительность изучается, как правило, в рамках хорошо спланированных экспериментов, в которых испытуемый решает задачу обнаружения/различения сигналов. В качестве показателей ЭОС используются индексы чувствительности и КПР, разработанные в современной психофизике. Как показатель сенсомоторного компонента решения задачи используют время реакции (ВР) и его динамику в ходе опыта. Использование аппарата психофизической ТОС позволяет исследователям надежно и точно оценивать динамику сенсорного компонента деятельности и процесса принятия решения.

Схема типичного эксперимента такова (см., напр.: *Eysenk M.*, 1989). Берутся четыре контрастные группы ис-

пытуемых, предварительно отобранных по выраженности экстраверсии (экстраверты и интроверты) и нейротизма (эмоционально стабильные и эмоционально нестабильные). Таким путем контролируется фактор индивидуальных различий. Нередко вводятся и дополнительные ситуационные факторы, влияющие на активацию: принятие дозы кофеина, решение задачи в различное время суток, создание внешних помех и др. С помощью таких манипуляций контролируются внешние факторы, модулирующие уровень активации испытуемых. Нередко в ходе опыта для объективного контроля активации регистрируются и физиологические показатели: температура тела, КГР, частота пульса, ЭЭГ, уровень катехоламинов и т.д.

Рассмотрим основные результаты исследований, полученных в данной парадигме. Главный факт, установленный большинством исследователей, заключается в том, что более активированные испытуемые решают задачи на бдительность успешнее, чем менее активированные испытуемые (*Frigon*, *Granger*, 1978; *Kishimoto*, 1977; *Mayer-Bahlburg*, *Strobach*, 1971; *Standing et al.*, 1990; и др.). Это доказывается тем, что интроверты (стабильные или нейротичные) решают сенсорную задачу более эффективно, чем экстраверты (стабильные или нейротичные). Как правило, в качестве основного показателя ЭОС используется один из индексов чувствительности (*d'*, *A'*), а для оценки моторного компонента — среднее ВР на правильные ответы.

В ряде работ дополнительно регистрировали одну из физиологических реакций активации центральной или периферической нервной системы — КГР (*Gulian*, 1971, 1972; *Kishimoto*, 1977) или биохимические показатели (*Meyer-Bahlburg*, *Strobach*, 1971). Однако не всегда физиологические показатели активации нервной системы коррелировали с показателями ЭОС, что особенно характерно для КГР (см., напр.: *Kishimoto*, 1977).

Не всегда и не у всех авторов показатели по шкале интроверсия/экстраверсия считались надежными психометрическими индексами активированности. В ряде работ показано, что импульсивность как основной компонент экстраверсии в большей степени связана с активацией, чем

другой ее компонент — социабельность. Так, У. Ревелль и его коллеги (*Revelle et al.*, 1980) показали, что именно импульсивность, а не экстраверсия или социабельность в большей степени изменяется при изменении активации (время суток, прием кофеина). Эти данные в целом соответствуют и ряду других исследований, где результаты, полученные на экстраверсии/интроверсии, приписывались влиянию собственно импульсивности (см.: *Revelle*, 1995; *Revelle et al.*, 1987). Введение такого различия между экстраверсией/интроверсией и импульсивностью, на наш взгляд, существенно, поскольку в современных вариантах вопросника Г. Айзенка (EPQ — *Eysenck*, *Eysenck*, 1975) важность измерения импульсивности недооценивается (см., напр.: *Rocklin*, *Revelle*, 1981).

2.1.5.4. Активация и когнитивные ресурсы

По мнению Раджа Парасурамана, известного исследователя проблем бдительности, снижение чувствительности, происходящее в связи с усложнением условий решения задачи, является следствием снижения доступности ресурсов переработки информации (*Parasuraman*, 1985). В серии экспериментов с двойной задачей и варьированием частоты предъявления целевого сигнала он показал, что снижение чувствительности четко соотносится с ограниченностью ресурсов и происходит в тот момент решения задачи, когда доступность ресурсов уменьшается (*Parasuraman*, 1985; *Parasuraman et al.*, 1987). Как уже было отмечено выше, понятие ограниченности процессов переработки информации (или просто ограниченности ресурсов) широко используется в когнитивной психологии и психофизиологии для интерпретации результатов, касающихся снижения эффективности решения какой-либо задачи, и является в определенном смысле объяснительной метафорой. Понятие «ресурсы» рассматривается как определенный энергетический резерв, гибко распределяемый в рамках процесса переработки информации (*Hirst*, *Kalmar*, 1987; *Kahneman*, 1973; *Schneider et al.*, 1984). В соответствии с концепцией единого (общего) ресурса предполагается, что ресурсы могут распределяться между различными частями

процесса переработки информации в целом (*Kahneman*, 1973). В развитие концепции общего ресурса Р. Парасураман и его коллеги (*Parasuraman et al.*, 1987) предложили модифицированный подход общих ресурсов, в рамках которого (на основании ряда экспериментальных исследований, описанных нами выше) предполагается, что в сукцессивных задачах на обнаружение/различение сигналов требуется больше ресурсов, чем в симультанных задачах. В силу указанных различий делается вывод, что оперативная память должна быть более чувствительной к индивидуальным различиям в доступности ресурсов.

В рамках концепции множественных ресурсов предполагается наличие ресурсов, специфичных различным типам когнитивных процессов (*Wickens*, 1984). В модели М. Хамфриса и У. Ревелля (*Humphreys*, *Revelle*, 1984), основывающейся на концепции множественных, специфичных ресурсов, предполагается наличие двух различных видов ресурсов: ресурсов, обеспечивающих непрерывную передачу информации (НПИ-ресурсы), и ресурсов для кратковременной памяти (КП-ресурсы). В отличие от концепции Д. Канемана, предполагавшего, что рост активации усиливает привлечение большего количества ресурсов (делает их более доступными для включения в решение задачи), М. Хамфрис и У. Ревелль утверждают, что увеличение активации действует на эти два типа ресурсов избирательно: усиливает доступность НПИ-ресурсов и уменьшает доступность КП-ресурсов. Из этого, на наш взгляд, можно предположить, что, поскольку сукцессивная задача включает в себя оперативную память, а симультанная — нет, то первая в большей степени зависит от НПИ-ресурсов, а вторая — от КП-ресурсов. Таким образом, активация будет способствовать лучшему решению симультанных задач на обнаружение/различение сигналов и ухудшать деятельность испытуемого по решению сукцессивных задач.

Уже давно установлено, что активация может влиять на устойчивое внимание, т.е. быть существенным фактором, определяющим эффективность решения сенсорных задач. Еще в классических исследованиях бдительности, выполненных Н. Макворсом в 1950 г. (см.: *Matthews*, *Davies*, 1998),

было показано, что активирующее влияние амфитамина проявляется в нивелировании эффекта декремента бдительности (падения количества правильных обнаружений сигнала в ходе опыта). Однако до сих пор неясно, как взаимодействует влияние фактора активации с различными ситуационными переменными, т.е. с условиями задачи. Также неясен механизм влияния активации на ЭОС в задаче на бдительность. Многие исследователи критикуют безоговорочное признание традиционной теории активации и связанную с ней гипотезу об инвертированной U-образной зависимости (см.: *Фришман*, 1981; *Hockey*, 1984; *Humphreys*, *Revelle*, 1984). На наш взгляд, отмеченные выше ресурсные теории могут служить реальной основой для анализа психологических механизмов совместного влияния активации и условий задачи на эффективность ее решения.

2.1.5.5. Динамика физиологических показателей активации и динамика бдительности

Уровень активации (или возбуждения — arrousal, activation) как существенная характеристика общего состояния субъекта изменяется в широком диапазоне — от глубокого сна до сверхвозбуждения (*Данилова*, 1992, 2001; *Линдсли*, 1979; *Хомская*, 1972).

Оценки уровня активации прямо в ходе решения задач с помощью физиологических индикаторов активности периферической и центральной нервной системы показали, что в ходе опыта активация обычно снижается, нередко — одновременно с ЭОС (*Гусев*, 1989; *Гусев*, *Шапкин*, 1991; *Beatty et al.*, 1974; *Eason et al.*, 1965). В других исследованиях была выявлена несинхронность снижения уровня активации, оцененного с помощью физиологических индикаторов, и снижения бдительности (*Гусев*, 1989; *Parasuraman*, 1984). Более того, снижение активации было неспецифично по отношению к двум основным показателям ЭОС: сходное снижение уровня активации сопровождалось как снижением чувствительности, так и увеличением строгости КПР (*Davies*, *Parasuraman*, 1982). Таким образом, у ряда исследователей сформировалось мнение, что

психофизиологические индексы изменения активации не являются однозначными предикторами изменения ЭОС в задачах на бдительность (*Matthews*, *Davies*, 1998).

Тем не менее психофизиологические исследования индивидуальных различий в бдительности дали целый ряд надежных и повторяющихся результатов. Например, были выделены два устойчивых индивидуальных типа реактивности КГР, выявлены «стабильные» и «лабильные» испытуемые, что соответствовало общему количеству спонтанных фазических реакций в ходе опыта и было сопоставлено с феноменом угасания ориентировочной реакции (*Соколов*, 1960; *Соколов*, *Михалевская*, 1962; *Crider*, *Lunn*, 1971). Было показано, что у «стабильных» испытуемых более низкая чувствительность, чем у «лабильных» (*Михалевская*, 1965; *Parasuraman*, 1975). Кроме того, обнаружено, что у «нестабильных» более вероятно снижение чувствительности в ходе опыта (*Hastrup*, 1979; *Hastrup*, *Katkin*, 1976; *Munro et al.*, 1987; *Sostek*, 1978).

2.1.5.6. Психометрические показатели активации и динамика бдительности

В исследовательской практике наряду с разработкой и использованием психофизиологических методов оценки уровня активации разрабатывались и психометрические подходы к ее измерению с помощью специально разработанных вопросников (*Леонова*, 1984; *Dickman*, 2000; *Matthews et al.*, 1990a; *Thayer*, 1978, 1986). Так, в исследованиях по оценке активации Роберта Тайера (*Thayer*, 1978) были выделены две независимые шкалы — шкала энергетической активации и шкала напряжения-активации. Оценка внешней валидности этих шкал с помощью психофизиологических индикаторов активности вегетативной нервной системы показала высокую положительную корреляцию обеих этих шкал с ЧСС и КГР (*Thayer*, 1978, 1986). Р. Тайер также предположил, что оценка уровня активации по шкале энергетической активации соответствует уровню активности ретикуло-кортикальной системы по Г. Айзенку (*Eysenk*, 1967) и является хорошим индексом для ее измерения. В работах Тайера также подчеркивалась мысль, что в

связи с высокой межиндивидуальной вариативностью разнородных психофизиологических показателей измерение уровня активации с помощью вопросника более предпочтительно и дает более широкую и интегральную оценку функционированию активационных систем (*Thayer*, 1978).

В дальнейшем Г. Мэттьюс и его коллеги (*Matthews et al.*, 1990*a*) продолжили работу Тайера и создали новый вопросник UMACL — список из 48 прилагательных для оценки настроения (UWIST Mood Adjective Check-list). Авторы провели валидизацию этого вопросника с использованием психофизиологических методов оценки активации и метода дополнительной сенсорной стимуляции (так называемые внешние стрессоры) в опытах на бдительность и выделили три биполярные шкалы: энергетической активации (бодрость/усталость), активации-напряжения (напряжение/релаксация) и гедонистического тона (удовольствие/неудовольствие).

Подобные вопросники весьма полезны для оценки достаточно кратковременных состояний активации и не претендуют на измерение активации как личностной черты.

2.1.5.7. Внешние помехи и контроль уровня активации

Кроме внутренних условий выполнения задачи (индивидуальных особенностей испытуемых и специфики самой задачи), определяющих уровень активации, существуют и внешние, ситуационные условия ее выполнения, которые также оказывают большое влияние на эффективность деятельности испытуемого. Такие ситуационные переменные (внешние стрессоры), как шумовые помехи, депривация сна, повышенная температура и т.д., оказывают дифференцированное влияние на изменение процессов переработки информации (см. для обзора: *Hockey*, 1984), однако многие исследователи склонны оценивать их как факторы, глобально влияющие на уровень активации и, таким образом, оказывающие общее неспецифическое влияние на успешность выполнения задач на бдительность (*Poulton*, 1976; *Wickens*, 1992).

Эффективный прием, сдвигающий уровень активации, — использование дополнительных шумовых помех

в ходе деятельности. С. Фрит (*Frith*, 1967), впервые применивший этот прием в пороговых экспериментах (измерение КЧСМ) с двумя группами испытуемых — экстравертами и интровертами, — обнаружил у экстравертов намного больший прирост пороговой частоты слияния мельканий (т.е. увеличение эффективности решения сенсорной задачи), чем у интровертов. Однако не все авторы получают такие хорошо интерпретируемые, классические данные. Румынский исследователь Э. Гулиан (*Gulian*, 1972*a*, *b*) сообщает, что при выполнении задачи на измерение ВР выбора (испытуемые должны были обнаруживать одно целевое слово в ряду нерелевантных) в условиях действия внешних стрессоров (тихий и громкий «белый» шум или мелькающий свет должны были повысить активацию) показатели экстравертов были хуже (бóльшие ВР и больше ошибок) показателей интровертов. Кроме того, измерение активации по КГР (для контроля уровня активации) выявило в целом более высокий уровень активации у экстравертов, нежели у интровертов. Казалось бы, эти данные противоречат активационной теории Г. Айзенка: экстраверты более активированы, чем интроверты, но менее эффективны. На наш взгляд, такой результат вполне закономерен. Во-первых, в силу невысокой сложности задачи, монотонии и низкой частоты предъявления стимулов (в среднем 1 стимул в 45 секунд) уровень активации экстравертов мог оказаться весьма низким даже при действии внешних стрессоров по сравнению с исходно более активированными интровертами. Во-вторых, сравнительная оценка уровня активации экстравертов и интровертов по КГР достаточно проблематична, поскольку в некоторых работах высказываются справедливые сомнения по поводу надежности этой физиологической реакции для измерения активации (см., напр.: *Kishimoto*, 1977). Таким образом, влияние фактора, обусловленного особенностями выполняемой задачи, вполне могло «перевесить» влияние фактора дополнительной внешней стимуляции.

В ряде работ предметом специального анализа была оценка степени активирующего влияния внешнего шума на показатели бдительности. В таких работах при планирова-

нии эксперимента, как правило, используют шум двух или трех уровней громкости (например: тишина, 60 дБ и 80 дБ). Так, в четко спланированном исследовании Р. Джин и др. (*Geen et al.*, 1985) экстраверты и интроверты обнаруживали зрительный сигнал в условиях внешнего шума — 65 и 85 дБ. У интровертов наблюдалось увеличение чувствительности при 65 дБ (по сравнению с фоновым условием), но при более громкой и, следовательно, более активирующей помехе (85 дБ) их чувствительность понижалась, тогда как в группе экстравертов, наоборот, чувствительность заметно увеличивалась при более интенсивной помехе. Таким образом, для достижения необходимого оптимума активации различным испытуемым был необходим адекватный их индивидуальным особенностям уровень дополнительной активации: у интровертов небольшая добавка улучшала деятельность, а большая приводила к избыточной (неоптимальной) активации и ухудшению деятельности; для повышения чувствительности экстравертов требовалось значительное повышение фонового уровня активации. Интересно также, что при шуме в 85 дБ сенсорная чувствительность в обеих группах была одинаковой, а при 65 дБ интроверты превосходили экстравертов. Нам кажется вполне справедливым предположение указанных выше авторов о том, что влияние дополнительной сенсорной стимуляции является основным активирующим фактором, а личностные особенности могут рассматриваться в качестве дополнительного, модулирующего фактора.

Что касается использования в качестве активирующих воздействий сенсорной стимуляции другого типа, то было установлено, что ЭОС повышается под влиянием прерывистого звука и музыки (см.: *Matthews et al.*, 1990b), а также обонятельной стимуляции (*Warm et al.*, 1992). Однако очень громкий звук (90—95 дБ) вызывал снижение зрительной чувствительности, хотя и не влиял на степень этого снижения в ходе опыта (*Becker et al.*, 1995). В целом установлено, что эффект снижения сенсорной чувствительности при использовании громкого «белого» шума оказывает на испытуемого отвлекающее действие и обусловливает значительное увеличение психической нагрузки (*Becker et al.*, 1995; *Hancock*, 1984).

В качестве резюме подчеркнем, что не следует упрощать проблему связи активации и бдительности, т.е. предполагать наличие какой-то прямой зависимости. Во-первых, состояние активации — это только одно из целого комплекса состояний, вызываемых задачей; во-вторых, низкая ЭОС не всегда является следствием низкой активации.

2.1.5.8. Суточные ритмы активации

Другой методический прием, позволяющий контролировать активацию, связан с различием суточных циклов активации у экстравертов и интровертов. Например, еще М. Блэйк (*Blake*, 1967) установил, что в зависимости от времени суток у этих полярных групп испытуемых наблюдаются различные пики температуры тела. Многие авторы выявили разную эффективность выполнения экстравертами и интровертами когнитивных задач в утренние и вечерние часы: в силу более высокой активации утром интроверты имели явное преимущество перед экстравертами, а в вечерние часы — наоборот (*Colquhoun*, *Corcoran*, 1964; *Revelle*, *Humphreys*, 1983).

2.1.6. Взаимосвязь активации и условий решения задачи: приложение ресурсного подхода

Интересные результаты о совместном влиянии активации и различных ситуационных переменных на ЭОС получены в исследованиях Г. Мэттьюса, Р. Дэвиса и их коллег в Университете Данди, Шотландия (*Matthews*, *Davies*, 1998; *Matthews et al.*, 1990*a*, *b*). Нам они представляются особенно показательными или даже модельными, поскольку их авторы — признанные и наиболее цитируемые исследователи в рассматриваемой нами области, а проведенные ими эксперименты оцениваются многими как блестяще спланированные.

Для оценки активации использовалась шкала энергетической активации (ЭА) по упомянутому выше вопроснику UMACL. Группы низко- и высокоактивированных (НА и ВА) испытуемых формировались путем разбиения выборки по медиане. В экспериментах варьировалась слож-

ность различения целевых и нецелевых зрительных стимулов, проводилось сравнение выполнения сукцессивных и симультанных задач, ситуации выполнения одинарной задачи сравнивались с ситуацией выполнения двойной задачи и т.д. НА- и ВА-испытуемые выполняли задачу на бдительность при изменении в случайном порядке условий задачи. Задачи предъявлялись на компьютере и были достаточно короткими (от 9 до 24 минут), частота предъявления стимулов довольно высокая (1 стимул в секунду). В качестве показателей ЭОС использовались индекс зрительной чувствительности *P*(*A'*), индекс КПР β, ВР на правильные обнаружения. Основная гипотеза исследования: ВА-испытуемые будут иметь относительное преимущество перед НА-испытуемыми именно при сложных условиях решения задачи. Другие гипотезы: более сложные условия будут подчеркивать снижение чувствительности; в НА-группе будут наблюдаться более резкие снижения чувствительности, чем в ВА-группе.

Опишем наиболее характерные результаты нескольких экспериментов. В первом исследовании (*Matthews et al*., 1990b) условия выполнения задачи варьировались путем изменения так называемой *деградации* (или *размывания*) *стимулов*. Этот прием, часто используемый в современных работах, состоит в изменении размера или контраста целевых и нецелевых стимулов, предъявляющихся на экране монитора или на листе бумаги. В данном эксперименте использовалась симультанная задача, требующая от испытуемого обнаруживать цифру «0» среди других цифр. В контрольных условиях все цифры легко воспринимались, а в условии стимульной деградации (СД) 30% пикселей на предъявляемой цифре были инвертированы (их цвет был идентичен темному фону экрана), так что цифры выглядели как белые с темными пятнышками. Это делало все цифры трудноразличаемыми. Вероятность предъявления целевой цифры — 0.25.

Результаты показали, что сенсорная способность значимо снизилась при условии СД, и к концу серии наблюдался выраженный эффект снижения бдительности. Снижение чувствительности в ходе опыта было более значи-

тельным в сложных условиях выполнения задачи — при СД. Был установлен значимый эффект активации, т.е. влияния уровня ЭА на эффективность выполнения сенсорной задачи. Также обнаружены эффекты межфакторного взаимодействия между ЭА и СД и между ЭА, СД и временем (началом, серединой и концом) опыта: ВА-испытуемые показали более высокую чувствительность, чем НА-испытуемые только при условии СД, и это различие увеличивалось к концу опыта. Сходные результаты о влиянии уровня ЭА в симультанной зрительной задаче также получены в экспериментах С. Дикмана (*Dickman*, 2000).

В другом эксперименте темп предъявления стимулов был увеличен в 2 раза, т.е. информационная нагрузка на испытуемого еще более возросла и условия выполнения задачи стали сложнее. В целом результаты были такими же, как и в предыдущем эксперименте, однако взаимодействие факторов СД и времени опыта стало незначимым, а также оказались незначимыми связи этих факторов с уровнем ЭА (т.е. тройное взаимодействие). Таким образом, влияние уровня активации на чувствительность уже не зависело от трудности задачи (факторы СД и темп предъявления).

В последующих работах авторы продолжили варьировать условия выполнения задачи на бдительность: использовались симультанные и сукцессивные задачи по различению тех же стимулов, что и в первом исследовании; кроме того, применялись более сложные символьные стимулы (так называемая «перцептивная» задача), вводилась задача различения длины линии, отличающейся от стандартной, и т.д. Общий анализ результатов, полученных в разных опытах, показал, что снижение чувствительности в перцептивных задачах проявлялось менее вероятно, чем в сенсорных (*Koelega et al.*, 1989; *See et al.*, 1995). Авторы интерпретируют данный результат так, что перцептивные задачи требуют меньше ресурсов, чем сенсорные задачи. Они полагают, как и Р. Парасураман, что сукцессивные задачи требуют бóльших ресурсных затрат, чем симультанные задачи, и объясняют это влиянием дополнительной нагрузки на оперативную память в сукцессивных задачах. Было

установлено, что преимущество ВА-испытуемых (у них была более высокая чувствительность) в большей степени проявилось в сукцессивных задачах, чем в симультанных. Интересно, что ни в одном из экспериментов не было обнаружено влияние активации на строгость КПР.

В плане общей интерпретации результатов своих и многих других исследований авторы высказываются в пользу гипотезы единого ресурса, но в принципе не отвергают и гипотезу множественных ресурсов. На наш взгляд, экспериментальная парадигма, в которой более или менее четко разводились бы обе ресурсные гипотезы, до сих пор не найдена. В качестве самого общего вывода авторы заключают, что ЭА (как один из основных психометрических индексов активации) связана с доступностью ресурсов, необходимых для выполнения различного рода задач, требующих бдительности и выполняемых в самых различных условиях. Кроме того, используя весь массив данных, они весьма аккуратно предполагают, что фасилитирующее влияние активации на сенсорный процесс, по-видимому, имеет вид линейной, а не криволинейной зависимости и ограничивается влиянием только на чувствительность.

Одна из современных парадигм в исследовании влияния условий решения сенсорной задачи на ЭОС связана с использованием так называемого метода двойной задачи (*Davies et al.*, 1996; *Matthews et al.*, 1990b; *Matthews, Margetts*, 1991; *Wickens*, 1992). Процедура исследования включает решение сразу двух задач, из которых одна — основная задача на бдительность, а вторая — дополнительная, создающая для испытуемого дополнительную когнитивную нагрузку. Например, основная задача — обнаруживать целевую цифру «0» в условиях стимульной деградации; дополнительная задача — давать моторную реакцию на слабые звуковые стимулы, появляющиеся в случайном порядке. Вариант, еще более усложняющий работу испытуемого, включает предъявление дополнительной задачи в той же модальности, что и основная задача. В этом случае предполагается, что интерференция двух задач максимальна. Например, от испытуемого требовалось помимо обнаружения «0» еще реагировать на появление маленького квадрата в центре экрана монитора.

В исследованиях Г. Мэттьюса и его коллег (*Mathews et al.*, 1990*a*, *b*; *Matthews, Davies, Holley*, 1993; *Matthews, Margetts*, 1991) была показана зависимость влияния ЭА на сенсорную способность от типа дополнительной задачи (в той же модальности — высокая интерференция, в другой модальности — низкая):

1) у ВА-испытуемых чувствительность не изменялась в зависимости от типа дополнительной задачи; у НА-испытуемых чувствительность была выше, если дополнительная задача была в слуховой модальности, а не в зрительной, т.е. при более легких условиях;

2) по уровню чувствительности преимущество ВА-испытуемых над НА-испытуемыми наблюдалось только при условии предъявления дополнительной задачи в слуховой модальности.

Эти различия особенно проявились при высокой стимульной деградации, т.е. в самых трудных условиях обнаружения целевого сигнала. Таким образом, как и в ситуации одиночной задачи, фасилитирующее влияние активации на чувствительность было обнаружено лишь в условиях более низкой когнитивной нагрузки, когда можно было предполагать наличие определенного диапазона роста привлекаемых ресурсов. Авторы допускают, что высокий уровень активации способствует привлечению дополнительных ресурсов для решения основной задачи на бдительность.

Интерпретируя отсутствие влияния активации на чувствительность в более сложной, кроссмодальной ситуации (зрительная задача — основная, слуховая — дополнительная) авторы считают, что в данном случае фактор стратегии переключения внимания был более важным для выполнения задачи и поэтому подавлял модулирующее влияние ЭА.

В исследованиях, проведенных Д. Глакманом в Университете Цинциннати и повторенных упомянутой выше группой Г. Мэттьюса (*Gluckman*, 1988; *Gluckman et al.*, 1988; *Matthews, Davies*, 1998), еще больше варьировалась трудность основной задачи. Испытуемые выполняли две задачи на обнаружение низковероятного зрительного сигнала на

мониторе. Использовались три экспериментальных условия: одиночная задача (сукцессивная или симультанная), двойная задача одномодальная (первичная и вторичная либо сукцессивные, либо симультанные), двойная задача кроссмодальная (первичная сукцессивная, вторичная симультанная, или наоборот). В соответствии с ожиданиями авторов одиночные задачи (как сукцессивные, так и симультанные) выполнялись лучше, чем двойные. Однако сукцессивные задачи оказались более чувствительными к влиянию интерференции со стороны второй задачи, чем симультанные задачи. Если обе задачи (основная и дополнительная) были симультанными (вариант согласования, или конкордантное условие), то в них чувствительность была выше по сравнению с вариантом рассогласования (дискордантное условие), т.е. когда основная задача симультанная, а дополнительная сукцессивная. В двойной дискордантной задаче эффективность выполнения сукцессивной задачи была выше, чем в двойной конкордантной задаче. Самая низкая чувствительность зафиксирована в сукцессивной задаче с дискордантной (симультанной) второй задачей.

Анализ влияния активации показал тройное взаимодействие между ЭА, типом задачи (одиночная или двойная) и типом различения (сукцессивное или симультанное). Интересно, что во всех симультанных задачах фактор активации никак не влиял на ЭОС. Это же обнаружено и для одиночной задачи в сукцессивном варианте. Однако ЭА сильно повлияла на выполнение двойной задачи при сукцесссивном различении сигналов, особенно в дискордантном сочетании основной и дополнительной задач.

Полученные результаты могут быть проинтерпретированы так: активация влияет на деятельность только тогда, когда требования задачи высоки и имеется существенный недостаток ресурсов. Следовательно, только при таких обстоятельствах для ВА-испытуемых становятся доступны дополнительные ресурсы. Они подключаются к процессу переработки информации и повышают ЭОС. На наш взгляд, представленные результаты убедительно и объективно показывают, что связь между активацией (энергетикой) и

сенсорной способностью (чувствительностью) имеет место только при сложных условиях решения задачи, когда привлечение дополнительных ресурсов необходимо и возможно.

Связь с уровнем ЭА такого условия задачи, как нагрузка на кратковременную память (КП), не столь консистентна (*Matthews*, 1992). Г. Мэттьюс и соавторы (1990*b*) обнаружили, что в задаче зрительной трансформации букв фасилитирующий эффект ЭА не зависит от нагрузки на КП, т.е. от длины алфавита стимулов. В то же время Г. Мэттьюс и С. Вестерман (*Matthews*, *Westerman*, 1994) обнаружили наличие влияния ЭА на скорость решения задачи на опознание только при достаточно высокой загрузке КП (если надо держать в памяти 6 символов). В целом так называемые задачи поиска в оперативной памяти, в которых нагрузка на память и внимание достаточно высока, оказались нечувствительными к уровню ЭА (*Matthews*, *Davies*, 1998; *Matthews et al.*, 1990*b*). Это служит подтверждением того, что трудность задачи может снижать или полностью нивелировать влияние активации, как и было, по всей видимости, в случае использования второй слуховой задачи в описанных выше исследованиях. Г. Мэттьюс и С. Вестерман (*Matthews*, *Westerman*, 1994) предположили, что эффект ЭА проявляется только в задачах «с высокой нагрузкой, но когнитивно простых» (такова, например, одиночная задача симультанного обнаружения или различения). В более сложных задачах могут оказывать влияние индивидуальные стратегии или ранее сформированные специфические навыки испытуемых (*Matthews*, *Davies*, 1998).

Г. Мэттьюс и Р. Дэвис (*там же*) отмечают, что модальность стимулов также может существенно влиять на ЭОС. Кроме того, сама специфика задачи на бдительность может определять структуру включенных в нее процессов переработки информации, влияние на которые, в свою очередь, еще мало исследовано. Разные авторы подчеркивают, что было бы полезно исследовать фасилитирующий эффект активации не только в зрительных, но и в слуховых задачах.

Многие авторы отмечают актуальность дальнейших исследований в направлении активной саморегуляции ответных реакций человека под влиянием условий задачи (*Данилова*, 1992; *Дикая*, 2002; *Конопкин*, 1980, 1995; *Моросанова*, 1998; *Hancock*, *Warm*, 1989; *Hockey*, 1993). Такие физиологические реакции, как увеличение выброса катехоламинов, динамика мозговых потенциалов или кардиоинтервалов, могут быть связаны с активной компенсацией потенциальной перегрузки внимания.

Вполне правомерной нам кажется и другая (альтернативная) интерпретация описанных выше результатов выполнения одиночных и двойных задач на бдительность. Вполне можно предположить, что ЭА связана с возможностью определенного компенсаторного усилия: ВА-испытуемые способны более эффективно преодолевать возрастающую трудность задачи. Эта гипотеза не получила широкого распространения в литературе, хотя не может быть отвергнута полностью. Обычно приводятся следующие соображения против принятия этой гипотезы. Во-первых, компенсаторное усилие является главным образом, реакцией изменения стратегии наблюдателя, а, как было отмечено ранее, ЭА не оказывала влияния на изменение КПР или другие показатели смены стратегии ответов, например на величину ВР (*Matthews*, 1990; *Matthews*, *Davies*, 1998; *Matthews*, *Margetts*, 1991). Во-вторых, было бы логично думать, что компенсаторное усилие будет способствовать стратегии решения более сложных задач, однако увеличение ЭА не повышало ЭОС. Нам представляется, что этому направлению исследований уделялось мало внимания в силу недостаточной изученности роли активности субъекта в процессе решения задач на бдительность. Это связано как с традиционной для зарубежной психологии недооценкой собственной активности наблюдателя, так и с чисто методическими проблемами. Как правило, типичная задача на бдительность — это кратковременный и строго стандартизированный аппаратурный тест, в рамках которого затруднительно фиксировать разные проявления активности человека. Еще одно чисто методическое соображение касается принципиального дефекта рассмотренных

выше работ в области измерения стандартных показателей чувствительности и КПР. Легко показать, что по результатам достаточно коротких серий (и с низкой вероятностью предъявления сигнала!) нельзя получить статистически надежных оценок КПР как показателя стратегии испытуемого и тем более тонко проследить его динамику. По-видимому, эти методические проблемы могут быть серьезной причиной, обусловливающей неконсистентность результатов в области изменения стратегии испытуемого в задачах на бдительность.

В связи с вопросом о стратегиях решения сенсорных задач нам весьма интересны рассуждения Г. Мэттьюса и Р. Дэвиса (*Matthews*, *Davies*, 1998) о различии между ресурс-зависимыми и стратегия-зависимыми задачами. Это разделение связано с теорией контроля уровней внимания Д. Нормана и Т. Шеллиса, согласно которой вышележащий (исполнительный) уровень «надзирает» за нижележащим уровнем, проводящим информацию и обеспечивающим произвольный контроль деятельности в целом посредством изменения уровней активации когнитивных механизмов нижележащих уровней (*Norman*, *Shallice*, 1985). Авторы предполагают, что в таких более сложных задачах (по сравнению с сенсорными задачами на бдительность), как, например, работа на автотренажере, может не проявиться эффект интерференции, вызванной выполнением двойной задачи, который предсказывается ресурсной теорией. Такие задачи оказываются нечувствительными к влиянию активации, и эффективность их выполнения в большой степени зависит от стратегий, используемых испытуемыми.

В профессиональной деятельности, включающей в качестве основной задачу на бдительность, границы роста сенсорной способности (чувствительности) в зависимости от стратегии управления испытуемым своим вниманием достаточно узки. В таких обстоятельствах успешность деятельности в целом практически полностью зависит от эффективности обнаружения/различения сенсорных сигналов, которая, в свою очередь, чувствительна к доступности некоторого общего когнитивного ресурса, особенно при усложнении условий задачи. По мнению авторов, актива-

ция может быть связана с той эффективностью, с которой вышележащий уровень контролирует нижележащий, но не с теми специфическими стратегиями, которые реализуются контролирующей системой.

Нам представляется, что такой взгляд вполне соответствует действительности, но в некоторой степени ограничен имеющимися исследовательскими традициями. Если рассматривать достаточно продолжительную деятельность наблюдателя по решению задачи на обнаружение/различение порогового или околопорогового сигнала (т.е. задачи сложной и напряженной), то необходимо признать, что имеющиеся результаты свидетельствуют в пользу наличия закономерной динамики психофизических показателей, которые отражают активность наблюдателя, смену стратегий, совладание со стрессом, поиск и восстановление сенсорного эталона, и т.д. (*Гусев*, 1989; *Гусев*, *Шапкин*, 1991; *Дикая и др.*, 1992; *Пахомов*, *Шаповалов*, 1980; *Шапкин*, *Гусев*, 1994). Эти феномены тем более заметны, когда испытуемый решает сенсорную задачу в так называемых особых условиях (*Гусев*, 1989; *Шапкин и др.*, 1990).

2.1.7. Личностные особенности, мотивация и решение сенсорных задач (интегративная модель М. Хамфриса и У. Ревелля)

2.1.7.1. Общие рамки модели

В модели американских психологов М. Хамфриса и У. Ревелля (*Humphreys, Revelle*, 1984; *Revelle, Humphreys*, 1983; см. также: *Revelle*, 1993, 1995) представлена попытка целостного осмысления влияния различного рода переменных на эффективность решения задач на бдительность. Мы опишем эту модель достаточно подробно, поскольку считаем общую логику ее авторов типичной для современной когнитивной психологии и в целом разделяем их точку зрения.

Рассматривая в рамках своей структурной модели связь таких личностных черт, как интроверсия/экстраверсия, мотивация достижения и тревожность, с рядом ситуационных факторов (условий решения задачи), М. Хамф-

рис и У. Ревелль предполагают, что личностные переменные и условия решения задачи оказывают совокупное влияние на два основных мотивационных конструкта — активацию и усилие, которые, в свою очередь, воздействуют на протекание двух базовых процессов переработки информации — непрерывной передачи информации (НПИ-ресурсы) и кратковременной памяти (КП-ресурсы).

Авторы модели понимают мотивацию как гипотетический конструкт, традиционно используемый для описания и объяснения побуждения (силы) и направленности поведения человека, поскольку это состояние является результатом, комбинацией потребностей и намерений со стимульными особенностями ситуации решения задачи. Этот конструкт они (как, впрочем, и многие другие современные психологи) разделяют на два энергетических компонента регуляции деятельности — *активацию и усилие*.

Активация трактуется традиционно — как состояние, означающее активность, силу и энергичность, в континууме от крайней дремоты до крайнего возбуждения. Усилие также трактуется вполне традиционно — как мотивационное состояние, характеризующееся напряжением и чувством включенности в задачу. Усилие возрастает, когда человек произвольно напрягается (например, при увеличении вознаграждения, при усложнении задачи или увеличении ее важности).

Как было указано выше, модель М. Хамфриса и У. Ревелля строится на общей методологии рассмотрения познавательных процессов как системы с множеством распределяемых ресурсов (*Navon*, *Gopher*, 1979).

2.1.7.2. Влияние активации и усилия на НПИ- и КП-ресурсы

Для обоснования своей модели М. Хамфрис и У. Ревелль приводят солидные эмпирические доказательства, основанные на исследовании влияния поощрения, времени суток, депривации сна и стимуляции амфитамином или кофеином (т.е. разнообразных ситуационных факторов) на решение ряда задач, в том числе и задач на бдительность

(*Revelle*, *Humphreys*, 1983). Задачи на ВР в ситуации простого выбора (как большинство задач на бдительность) авторы трактуют как связанные с использованием НПИ-ресурса. Под этим имеется в виду то, что от испытуемого требуется переработать стимул, произвольно подобрать соответствующий ответ на этот стимул и осуществить этот ответ. Более того, авторы подчеркивают, что в большинстве подобных задач на бдительность, как правило, не требуется ни сколько-нибудь существенного сохранения информации в памяти, ни переключения внимания, и утверждают: увеличение поощрения и увеличение активации могут снижать ВР и/или увеличивать количество правильных ответов без увеличения количества ошибок.

Почти во всех работах, проанализированных М. Хамфрисом и У. Ревеллем, отмечается, что медикаментозные стимуляторы улучшают или по крайней мере не ухудшают решение этих задач. Кроме того, обнаружено, что эффекты от экспериментальной манипуляции активацией проявляются в основном к концу экспериментальной серии. Общее заключение авторов таково: как активация, так и усилие улучшают решение задач, требующих НПИ-ресурсов. Они предполагают, что увеличение усилий и активации в целом приводит к увеличению ресурсов, используемых при НПИ, и допускают, что эффективность решения задач на бдительность — это монотонно возрастающая функция от объема приложенных ресурсов.

Однако авторы модели подчеркивают, что есть определенный диапазон, где рост объема ресурсов не приводит к улучшению решения задачи. По терминологии Д. Нормана и Д. Боброу (*Norman*, *Bobrow*, 1975), которой пользуются М. Хамфрис и У. Ревелль, имеют место две области ограничения, где это предположение не работает: 1) существует некоторая ограниченная область стимульных условий, или данных (data-limited), где сенсорный процесс ограничен качеством перерабатываемой информации; 2) есть область ограничения по ресурсам (resourse-limited), в рамках которой невозможно привлечение дополнительных ресурсов (например, принципиальный предел сенсорной способности испытуемого).

Вслед за авторами рассматриваемой модели мы также считаем продуктивным привлечение представлений об этих двух принципиальных ограничениях при анализе литературных данных, в которых приводятся сведения о неподтверждении или неполном подтверждении гипотезы о монотонной зависимости эффективности деятельности от роста активации или усилия. Это позволяет проводить более содержательный анализ влияния на эффективность деятельности разных условий задачи или личностных особенностей испытуемого.

Обобщая свою точку зрения на влияние различных стимуляторов и активирующих воздействий, М. Хамфрис и У. Ревелль пишут, что, по-видимому, в НПИ-задачах эффективность деятельности испытуемого повышается в двух случаях: когда задача требует много ресурсов и/или когда испытуемый низко активирован (например, в утренние часы или в случае усталости). Такие «ресурсозатратные» задачи могут включать условия временнóй или пространственной неопределенности, снижение различимости стимулов; если же испытуемый приобретает необходимый для работы с задачей навык, то ресурсов, естественно, нужно меньше. Следовательно, если после активирующего экспериментального воздействия ожидаемый результат не получен, то или задача проста, или испытуемые уже были сильно активированы. В обоих случаях, по-видимому, нет необходимости в привлечении дополнительных ресурсов.

На наш взгляд, хороший пример применимости такого объяснения — интерпретация результатов известного исследования Джудит Рапопорт (*Rapoport*, 1981), в котором изучался эффект влияния кофеина на выполнение простой задачи на бдительность. Оказалось, что на детей кофеин оказывает активирующее влияние, а на взрослых — нет. Нам кажется вполне разумным такое объяснение: для взрослых в силу уже имеющихся у них жизненных навыков эта задача не была трудной, следовательно, не было необходимости в привлечении ресурсов.

М. Хамфрис и У. Ревелль вводят понятие «ограничений в переработке информации, связанных со спецификой

задачи», относящееся к немотивационным детерминантам. В одних условиях (при наличии прошлого опыта, тренированности, способности, при использовании эффективной стратегии, автоматизации навыков и т.д.) испытуемые могут выходить на асимптотический уровень решения задачи быстрее, и он будет более высоким. Такие задачи требуют мало ресурсов. В других условиях уровень предельной эффективности решения ниже, и испытуемые выходят на него медленнее. Такие задачи требуют больше ресурсов.

Та же логика справедлива и при анализе роли индивидуальных различий. Одни испытуемые ограничены (в переработке информации) на более высоком уровне выполнения задачи, другие — на более низком. Поэтому если представить два уровня заданной в эксперименте активированности (например, прием кофеина или плацебо), то динамика улучшения деятельности будет совершенно различной в зависимости от специфики выполняемой задачи и индивидуальных особенностей испытуемых. Таким образом, из этого совсем не следует, что тот, кто привлек больше ресурсов, достигнет большей эффективности или быстрее достигнет асипмтотического уровня эффективности.

Приводя собственные и литературные данные о влиянии произвольного усилия на сенсорный процесс, М. Хамфрис и У. Ревелль (*Humphreys*, *Revelle*, 1984) делают вывод, что такие экспериментальные манипуляции, как изменение величины оплаты или инструкции, могут повышать ЭОС в задачах на бдительность и в задачах, требующих быстрого принятия решения. По их мнению, усиление мотивации должно проявляться в перераспределении ресурсов от вторичной задачи к первичной, от мыслей вне задачи к стремлениям (усилиям) в сторону решения задачи и, по-видимому, от неиспользуемых ресурсов к ресурсам, связанным с выполнением задачи. И увеличение активации, и увеличение усилия монотонно улучшают выполнение НПИ-задач, но это отнюдь не означает, что они влияют на одни и те же процессы. Авторы допускают, что активация делает ресурсы более доступными, а те из них, которые переключены на задачу вследствие роста направ-

ленных на нее усилий, добавляются, чтобы вывести задачу на асимптотический уровень эффективности.

Задачи, требующие значительных КП-ресурсов, более других подвержены негативному влиянию возросшей активации. Авторы модели предполагают, что некоторые ресурсы, включенные в процесс сохранения информации на короткое время, подавляются возросшей активацией. И наоборот, рост усилия способствует повышению эффективности решения задач, требующих КП-ресурсов. Таким образом, допускается, что вклад КП-ресурсов в процесс переработки информации монотонно снижается с ростом активации, но повышается с ростом усилия.

Рассматривая имеющиеся экспериментальные данные в рамках своей модели, М. Хамфрис и У. Ревелль приходят к весьма ясному объяснению причин известного в литературе феномена криволинейной зависимости эффективности бдительности от роста активации. Они оценивают его как результат взаимодействия двух противоположных процессов. Их идея проста: одновременный рост НПИ-ресурсов и снижение КП-ресурсов могут приводить к криволинейности в многокомпонентной задаче. Высокая активация делает сохраненную информацию, необходимую для решения задачи, недоступной уже через несколько секунд. Более того, это происходит монотонно с ростом активации. Очевидно, что взаимодействие двух механизмов, описываемых S-образной монотонной зависимостью эффективности от активации, дает подобие инвертированной U-образной функции. Рассматривая различные виды зависимости эффективности деятельности от уровня приложенного усилия и наличного уровня активации (при низком и высоком усилиях, при низкой и высокой активации), авторы модели показывают три возможности влияния активации и усилия на деятельность: монотонное возрастание, монотонное снижение и криволинейную зависимость. Интегральный результат зависит от тех процессов (механизмов), которые включены в задачу (преимущественно от НПИ- или КП-ресурсов), а также от преобладания активирующего влияния или произвольного усилия.

2.1.7.3. Влияние личностных переменных

В рамках своей модели авторы дают теоретические и эмпирические основы влияния каждой из трех рассматриваемых ими личностных черт на эффективность решения сенсорно-перцептивных задач и рассматривают их связь с описанными выше мотивационными конструктами.

Интроверсия/экстраверсия, импульсивность и активация. Интроверсия и экстраверсия — это те немногие личностные измерения, относительно которых у большинства теоретиков из области психологии личности нет разногласий. Эти измерения устойчивы, надежны и повторяются в разных исследованиях. Измерение экстраверсия/интроверсия, введенное в психометрику Г. Айзенком, присутствует в большинстве современных личностных вопросников (*Русалов*, 1989; *Шмелев*, 2002; *Browne*, *Howarth*, 1977). Гипотеза Г. Айзенка об основном различии между экстравертами и интровертами по уровню базовой активации, соединенная с предположением о криволинейной зависимости эффективности деятельности от активации, а также многие литературные данные, представленные нами выше, дают основание предполагать разную эффективность решения сенсорных задач интровертами и экстравертами при изменении активации. Анализируя исследования о влиянии стимуляторов на интровертов и экстравертов, М. Хамфрис и У. Ревелль (*Humphreys*, *Revelle*, 1984) отмечают, что и в этой области гипотеза Г. Айзенка подтверждается: амфитамин и кофеин ухудшают познавательные процессы у интровертов (более активированных) и улучшают их у экстравертов (менее активированных).

Авторы подчеркивают, что большинство данных (их собственных и литературных) свидетельствует о том, что с активацией преимущественно связана именно импульсивность (основной психометрический компонент экстраверсии), а не сама экстраверсия или тем более социабельность (см., напр.: *Dickman*, 2000). Строго говоря, они полагают, что равные уровни внешней стимуляции (например, шум или кофеин) вызывают у разных людей различные уровни дополнительной внутренней стимуляции (активации). Например, при равной дозе внешней стимуляции

утром низкоимпульсивные испытуемые будут более активированы, чем высокоимпульсивные. Следовательно, у низкоимпульсивных утром больше НПИ-ресурсов и меньше КП-ресурсов по сравнению с высокоимпульсивными.

Из анализируемой нами модели следует одно интересное предположение, которое, однако, пока не нашло эмпирического подтверждения: усилие, прилагаемое к решению задачи, может по-разному влиять на высоко- и низкоимпульсивных испытуемых. Последние как более активированные находятся ближе к асимптотическому (максимальному) уровню эффективности решения сенсорной задачи на гипотетической кривой «активация—эффективность». Поэтому у них изначально имеется более узкий диапазон изменения эффективности деятельности при изменении усилия. А у высокоимпульсивных в силу их меньшей исходной активированности этот диапазон шире, и, следовательно, они с большей вероятностью покажут увеличение эффективности решения задачи при изменении усилия, приводящего к росту их НПИ-ресурсов. Поэтому можно предположить, что низкоимпульсивные, чье поведение не столь подвержено влиянию изменения усилий, будут в меньшей степени зависеть от соответствующих влияний условий задачи, чем высокоимпульсивные. Расширяя это предположение, авторы говорят, что основной характеристикой высокоимпульсивных испытуемых является быстрое привыкание к стимулам. В начале решения задачи высоко- и низкоимпульсивные чаще всего не различаются по эффективности деятельности, но первые обнаруживают неспособность поддерживать высокий уровень эффективности на протяжении всего времени работы. Об этом также сообщается в работе П. Бойера и др. (*Bowyer et al.*, 1983). Это выглядит так, как если бы в ходе выполнения монотонной задачи уровень активации у них снижался быстрее, чем у низкоимпульсивных.

Мотивация достижения, усилие и эффективность деятельности. Переходя к исследованию роли мотивации достижения (МД) в решении сенсорных задач, вспомним слова Г. Мюррея о том, что это — исследование потребности

«...выполнить или завершить что-то сложное. Подчинить себе, организовать, изменить какие-то внешние объекты, людей или идеи. Сделать это как можно быстрее и независимо ни от чего. Быть выше самого себя. Соперничать с другими и быть выше их. Повысить самоуважение через успешное проявление своего таланта... Это изучение того, как люди прикладывают усилия, продолжают действовать и повторяют усилия, чтобы совершить что-то трудное, и работают с единственным намерением — идти вперед к высокой и далекой цели. Иметь установку на выигрыш. Стараться все делать хорошо. Получать удовольствие от соревнования, от превосходства над другими в их присутствии. Напрягать волю, преодолевать ограничения и усталость» (*Murray*, 1938, p. 164).

В обзоре У. Ревелля и М. Хамфриса (*Revelle*, *Humphreys*, 1983) по проблеме взаимосвязи МД и эффективности деятельности показано, что при измерении МД известны чисто методические трудности, но тем не менее имеются вполне консистентные результаты. Обнаружено, что испытуемые с высокой МД лучше, чем испытуемые с низкой МД, решают задачи умеренной сложности, если уверены, что это связано с их способностями. Более того, экспериментальные манипуляции с МД явно контрастируют с теми манипуляциями, которые используются при исследовании импульсивности. Установлено, что МД влияет на успешность деятельности преимущественно в тех случаях, когда испытуемым сообщают, что задача важна, сложна и связана с долговременными целями. Анализируя обширный экспериментальный материал по варьированию условий решения задачи (от лекарственных стимуляторов до изменения времени суток), авторы полагают возможным связать эффекты МД с тяжестью усилий, затрачиваемых субъектом на решение задачи, а не с их активацией.

В контексте рассматриваемой нами модели весьма важен вопрос о связи МД и активации. Ее авторы полагают, что интуитивное и всем известное чувство вовлеченности в выполнение задачи приводит к усилению общей алертности. Предполагая наличие явной связи МД с произвольным усилием, они не отвергают варианта связи МД с ак-

тивацией. Вслед за ними приходится констатировать, что в современной и известной нам литературе нет данных в пользу прямой связи МД и активации.

В рамках своей модели У. Ревелль и М. Хамфрис рассматривают два варианта влияния МД на эффективность решения задачи. Во-первых, МД может влиять исключительно лишь на усилие, направленное на задачу. Это самый простой из двух вариантов, сводящий механизм действия МД к ее дирекциональному компоненту (а не интенсивностному). Интересно, что большие усилия могут увеличить вероятность эффекта перемотивации, даже если рост усилия сам по себе не приводит к снижению эффективности деятельности.

Для понимания этого необходимо исследовать влияние усилия при различных уровнях активации испытуемых. У НА-испытуемого увеличение усилий должно быть монотонно связано с привлечением НПИ-ресурсов, следовательно, решение задачи улучшится вплоть до достижения асимптотического уровня эффективности. Если задача требует КП-ресурсов, то возможно, что их недостаток обнаружится еще до достижения асимптотического уровня. Следовательно, еще до достижения этого предела эффективность деятельности испытуемого будет ограничена за счет дефицита КП-ресурсов даже при увеличении НПИ-ресурсов. Дальнейшее увеличение усилия будет безрезультатным.

У ВА-испытуемого будет происходить то же самое, за исключением того, что он достигнет диапазона ограничений по памяти быстрее и на более низком уровне исполнения, чем НА-испытуемый. Более того, в силу КП-ограничений исполнение будет нечувствительно к изменению диапазона усилий. Большие усилия вызовут ничтожные приросты исполнения. Таким образом, даже если МД влияет только на усилие, то ВА-испытуемые в задаче со значительным КП-компонентом при увеличении активации покажут снижение эффективности. Это предположение вытекает из результатов, полученных Дж. Аткинсоном (*Atkinson*, 1974). В его модели высокая МД сама по себе не приводит к перемотивации, но делает испытуемого более

подверженным влиянию дефицита, вызванного активацией. По мнению М. Хамфриса и У. Ревелля, это утверждение может быть распространено на большинство экспериментов с варьированием усилия, направленного на задачу. Большие усилия сами по себе не приводят к ухудшению деятельности, но в задачах, требующих включения КП, это большое усилие не может препятствовать вызванному повышенной активацией (и опосредованному памятью) снижению эффективности деятельности.

В рамках первого варианта влияния МД, на наш взгляд, весьма интересен один паттерн, предсказанный этой моделью: испытуемые с высокой МД снижают эффективность деятельности в условиях высокой активации, но тем не менее их эффективность остается выше, чем у испытуемых с низкой МД. Это происходит вследствие того, что пик их эффективности должен находиться на более низких уровнях активации, но (при прочих равных условиях) их абсолютный уровень исполнения никогда не будет ниже уровня исполнения испытуемых с низкой МД.

Второй вариант предполагает влияние МД и на усилие и на активацию. В отличие от первого варианта, предполагающего, что уровень исполнения у испытуемых с высокой МД всегда выше, чем у испытуемых с низкой МД, здесь делается предсказание, что *в активирующей ситуации* эффективность испытуемых с низкой МД может быть выше эффективности испытуемых с высокой МД. Этот вывод также следует из негативного влияния активации на КП-ресурсы. В этом варианте испытуемые с высокой МД должны быть более эффективны в выполнении НПИ-задач, но менее эффективны в выполнении КП-задач.

В обоих вариантах испытуемые с высокой МД имеют преимущества в условиях невысокой активации или когда задача требует в основном НПИ-ресурсов. В обоих вариантах испытуемые с высокой МД достигают своего оптимума эффективности решения сложных задач (с привлечением КП-ресурсов) при более низких уровнях активации, чем испытуемые с выраженной мотивацией избегания неудачи. Основное различие этих двух вариантов описания влияния МД заключается в предсказании различного ха-

рактера изменения эффективности деятельности в ситуациях с высокой активацией. Первый вариант предсказывает более высокую или равную эффективность двух групп испытуемых, а второй — падение эффективности у испытуемых с высокой МД по сравнению с испытуемыми с низкой МД. Имеющиеся литературные данные пока не позволяют сделать выбор в пользу одного из вариантов, поскольку такая дифференциация требует более сложного и изощренного экспериментального плана. А именно: на двух группах испытуемых (с высокой и низкой МД) в задачах, требующих НПИ- и КП-ресурсов, надо проследить динамику вызванного увеличением активации снижения эффективности деятельности.

Тревожность, усилие и активация. В модели М. Хамфриса и У. Ревелля (как, впрочем, и в работах многих других авторов) тревожность рассматривается как одна из наиболее принятых мотивационных причин снижения эффективности деятельности. В классических теориях доминировало активационно-потребностное понимание тревожности (*Купер*, 2000; *Хекхаузен*, 1986; *Duffy*, 1962; *Spence*, *Spence*, 1966). Авторы обзора придерживаются позиций современной когнитивной психологии, рассматривающей тревожность с точки зрения когнитивных атрибуций и направленности внимания (см.: *Humphreys, Revelle*, 1983), а также в качестве дистрактора. А именно: тревожные испытуемые направляют свои когнитивные способности на волнующие их аспекты деятельности и поэтому затрачивают меньше ресурсов на выполнение самой задачи.

Авторы обзора убедительно показали, что влияние тревожности зависит от особенностей задачи и ситуации в целом (т.е. от условий решения задачи). Тревожность может либо улучшать, либо ухудшать деятельность. Так, при решении легкой задачи и при положительной обратной связи высокая тревожность может повышать эффективность деятельности, а в сложных задачах и при отрицательной обратной связи — понижать.

Приводятся результаты об относительном вкладе когнитивного (чувство беспокойства) и соматического (активация) компонентов тревожности в процессе выполне-

ния задачи. Действие первого компонента, как правило, связывается с проявлением мотивации избегания и, следовательно, с дальнейшим уменьшением ресурсов, направленных на задачу (т.е. с редукцией усилия). Действие второго компонента связывается с напряжением потребности, нуждой и, как соматический аспект тревожности, вызывает активацию. Очевидно, что в силу наличия этих двух компонентов связь тревожности с эффективностью деятельности может быть достаточно сложной.

Тревожность и эффективность деятельности. Для НПИ-задач с низкой нагрузкой на память авторы модели делают два предсказания. Если беспокойство (как компонент тревожности) является фактически кратковременным эффектом, то в начале выполнения задачи высокая тревожность приводит к снижению эффективности в силу уменьшения усилий, направленных на задачу. Такая редукция усилий является следствием направленности мыслей испытуемого не на саму задачу как таковую, а на изменение самооценки и связанные с этим негативные переживания. Таким образом, дополнительная активация, вызванная тревожностью, не должна повышать эффективность выполнения НПИ-задачи в той степени, чтобы компенсировать снижение усилий. Как только проявление мотивации избегания неудачи становится менее заметным, тревожные испытуемые должны повысить свою эффективность до уровня менее тревожных (негативное влияние беспокойства приближается к позитивному влиянию активации) и в конце концов выполнять задачу лучше менее тревожных (поскольку негативный эффект беспокойства становится все менее важным).

Для задач с высокой нагрузкой на память, наоборот, ожидается, что влияние высокой тревожности будет эквивалентно любому активирующему влиянию и, следовательно, приведет к снижению эффективности. В сложных задачах положительная или отрицательная обратная связь должна провоцировать беспокойство как когнитивный компонент тревожности: при отрицательной обратной связи понижать эффективность деятельности, при положительной — повышать ее.

2.1.7.4. Общее резюме модели

По результатам анализа модели М. Хамфриса и У. Ревелля сделаем ряд выводов, полезных для дальнейшей интерпретации результатов нашего собственного эмпирического исследования.

1. Изменение активации в НПИ-задачах дает прирост эффективности деятельности в тех случаях, когда испытуемый исходно менее активирован или задача требует больших ресурсов.

2. В утренние часы высокоимпульсивные испытуемые (как менее активированные) при решении НПИ-задач показывают бóльшую эффективность деятельности по сравнению с низкоимпульсивными испытуемыми.

3. При увеличении усилия в решении НПИ-задач высокоимпульсивные испытуемые показывают бóльшую эффективность деятельности, чем низкоимпульсивные.

4. Высокая тревожность может повышать эффективность выполнения НПИ-задачи, однако это происходит только по истечении некоторого адаптационного периода с начала выполнения задачи.

5. Рост активации в КП-задачах отрицательно влияет на эффективность деятельности. Следовательно, в этих задачах может ожидаться снижение эффективности деятельности в связи с высокой (избыточной) активацией.

6. В КП-задачах низкоимпульсивные, по-видимому, испытывают больший дефицит ресурсов в утренние часы, нежели в вечерние.

7. Максимальный уровень эффективности выполнения задачи зависит от уровня прилагаемого усилия.

8. У испытуемых с высокой мотивацией достижения особенно выражен эффект снижения эффективности деятельности, вызванный увеличением активации.

9. Испытуемые с высокой мотивацией достижения могут снизить эффективность выполнения задачи в связи с переактивацией, но их эффективность при прочих равных условиях все же будет выше, чем эффективность испытуемых с низкой мотивацией достижения.

2.2. Экспериментальное исследование влияния времени суток и личностных особенностей испытуемых на эффективность обнаружения околопорогового зрительного сигнала

Цель исследования — оценить характер воздействия на эффективность обнаружения околопорогового зрительного сигнала: 1) ситуационных и личностных факторов, влияющих на уровень активации испытуемого; 2) усилия, прилагаемого испытуемым для решения данной задачи.

Замысел эксперимента и экспериментальный дизайн. Для достижения указанной цели был разработан соответствующий экспериментальный план и проведен лабораторный эксперимент. *Независимые переменные* (факторы): 1) время суток, в которое проводились опыты (утро/вечер); 2) типы стимулов: длительный (легкий для обнаружения) и короткий (трудный для обнаружения); 3) индивидуально-личностные особенности испытуемых: экстраверсия/интроверсия; импульсивность; нейротизм/эмоциональная стабильность; личностная тревожность; мотивация достижения; 4) самооценка испытуемыми уровня своей активации до опыта. *Зависимые переменные* (показатели ЭОС): 1) индекс сенсорной чувствительности (*A'*); 2) время реакции (ВР); 3) показатели динамики ВР в ходе опыта.

Общий план эксперимента включал проведение повторных измерений в разное время суток (утром и вечером) на одной и той же группе испытуемых. Внутригрупповой дизайн (так называемый Within-subject Design или Repeated-Measures Design) был выбран нами как предоставляющий наибольшие возможности для проверки указанных ниже гипотез при исследовании влияния индивидуальных различий (*Готтсданкер*, 1982; *Гусев*, 2000; *Солсо*, *Маклин*, 2003; *O'Connor*, 1992; *Revelle*, *Anderson*, 1992).

По замыслу эксперимента предполагалось, что: 1) уровень активации испытуемых будет контролироваться путем введения факторов «время суток» и «экстраверсия/

интроверсия»; 2) характер активации (фазическая/тоническая) будет контролироваться типом стимулов; 3) влияние личностных особенностей будет контролироваться принадлежностью испытуемых к одной из полярных групп, определяемых по соответствующему вопроснику.

Экспериментальные гипотезы:

1. Эффективность обнаружения околопорогового зрительного сигнала будет зависеть от уровня активированности испытуемых.

2. Эффективность обнаружения околопорогового зрительного сигнала будет зависеть от величины усилия, направляемого испытуемым на решение задачи.

3. Взаимодействие факторов активированности и усилия окажет влияние на эффективность обнаружения околопорогового зрительного сигнала.

2.2.1. Методика[1]

Испытуемые. В эксперименте приняли участие 83 добровольца, 15 мужчин и 68 женщин в возрасте 19—35 лет, студентов и сотрудников факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова. В обработку были включены результаты только 66 испытуемых (54 женщины и 12 мужчин), поскольку только у них имелся весь набор анализируемых данных. За участие в опыте испытуемые получали денежное вознаграждение.

Стимулы и аппаратура[2]. Три символа «решетка», разделенные между собой пробелами (# # #), предъявлялись в центре экрана 14-дюймового SVGA монитора персонального компьютера. Расстояние от экрана до глаз испытуемого — 60 см. Размеры стимулов: 2° зрительного угла по

[1] Опыты проводились совместно с С.А. Шапкиным и А.Е. Кремлевым.

[2] Стимульная парадигма представляет собой модификацию задачи, разработанной У. Ревеллем для персонального компьютера «Макинтош». Эта задача использовалась в исследовании, проведенном нами в 1994—1995 гг. совместно с У. Ревеллем, К. Андерсон, Л.Г. Дикой и Е.З. Фришман. Настоящая компьютерная программа подготовлена инженером ф-та психологии МГУ А.В. Сыромятниковым.

горизонтали и 0.5° по вертикали. Использовались два типа стимулов, различавшихся длительностью предъявления. Стимулы первого типа, фактически представлявшие собой короткое «мигание» или «вспышку» («быстрые»), имели длительность 16.67 мс, стимулы второго типа («медленные») оставались на экране монитора до тех пор, пока испытуемый не давал ответ или пока не заканчивался межстимульный интервал. Предъявление стимулов было равновероятным и квазислучайным. После исчезновения стимула в центре экрана появлялся символ «звездочка» (*), служивший фиксационной точкой. Межстимульный интервал варьировался случайным образом в широких пределах — от 1.5 до 9.5 с, что требовало от испытуемых непрерывной бдительности. Каждая экспериментальная серия состояла из 150 стимулов, первые 10 стимулов служили тренировочными и в обработку результатов не включались.

Инструкция испытуемому. При появлении на экране целевого стимула (# # #) испытуемый должен как можно быстрее нажать на клавишу «Пробел» клавиатуры компьютера.

Регистрируемые показатели. Для каждого типа стимулов регистрировалось время реакции (ВР) и количество правильных ответов и ложных тревог. Оценивалось также количество пропусков «быстрых» стимулов.

Процедура. Каждый испытуемый участвовал в двух сериях эксперимента — *утренней* (начало в 9.00) и *вечерней* (начало в 19.00) с перерывом между сериями от одной до двух недель. Последовательность условий «утро» и «вечер» была сбалансирована внутри группы испытуемых: одна половина испытуемых работала по схеме «утро→вечер» (они начинали эксперимент с утреннего опыта), другая — «вечер→утро» (начинали с вечернего опыта). Во время предварительной записи на участие в эксперименте всех испытуемых просили не пить крепкий чай или кофе и не принимать никаких лекарственных препаратов за 2 часа до начала эксперимента.

Опыты проводились в компьютерном классе факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова с группами по 9—14 испытуемых. Каждый опыт состоял из трех частей.

Сначала испытуемых тестировали по следующим личностным вопросникам: Г. Айзенка (EPI) в адаптации В.М. Русалова (1989); Спилбергера на личностную тревожность (STAI) в адаптации Ю.Л. Ханина; мотивации достижения Мехрабиана в адаптации С.А. Шапкина (2000). У испытуемых также выясняли, какие причины могли повлиять в течение дня на изменение их активированности. Далее испытуемые решали экспериментальную задачу. После окончания опыта экспериментатор кратко рассказывал испытуемым о замысле данного исследования и отвечал на их вопросы. В обеих сериях (утренней и вечерней) каждый испытуемый работал за одним и тем же персональным компьютером, чем обеспечивалась константность условий предъявления стимулов.

2.2.2. Обработка данных

Обработка данных по личностным вопросникам проводилась с помощью психодиагностической компьютерной системы «Тестмейкер» (*Кремлев и др.*, 1994).

Данные по обнаружению сигнала обрабатывались в статистическом пакете «SPSS for Windows 10.0» с помощью процедур многофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями (repeated measures ANOVA, MANOVA — см.: *Гусев*, 2000), t-критерия Стьюдента. Перед анализом вся выборка испытуемых разбивалась по медианному баллу личностных вопросников на две равные половины.

Независимыми переменными (факторами) были: «время суток» (два уровня: утро, вечер), «экстраверсия» (два уровня: интроверт, экстраверт), «личностная тревожность» (два уровня: высокая, низкая), «мотив достижения» (два уровня: преобладание мотива достижения успеха, преобладание мотива избегания неудачи).

Зависимыми переменными были: непараметрический индекс чувствительности A', количество пропусков сигнала (КПр), среднее ВР, среднеквадратичное отклонение ВР (σВР) и коэффициент наклона регрессионной прямой ВР (КнВР). Последний показатель давал информацию о

том, насколько испытуемый снизил или повысил ВР от начала к концу опыта. Величина положительного КнВР характеризует степень повышения ВР от начала к концу опыта (или декремента бдительности).

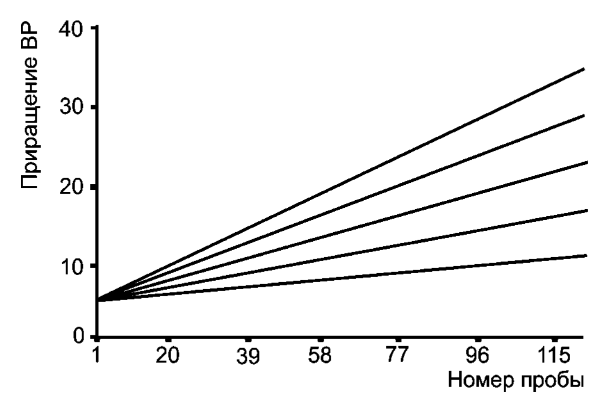


Рис. 2.1. Модельное представление изменения величин ВР от начала к концу опыта в соответствии с изменением величины КнВР. Регрессионные прямые с разным углом наклона последовательно соответствуют следующим величинам КнВР: 0.05, 0.1, 0.15, 0.20, 0.25

На рис. 2.1, где приведены пять регрессионных прямых, соответствующих пяти различным величинам КнВР в диапазоне значений, имевших место в нашем эксперименте, видно, что у разных испытуемых величины ВР к концу опыта в среднем увеличивались от 10 до 35 мс, что соответствует изменению величины КнВР от 0.05 до 0.25. Величина отрицательного значения КнВР свидетельствует о снижении ВР от начала к концу опыта.

Регрессионная прямая рассчитывалась методом наименьших квадратов. Для последующего анализа были взяты только те коэффициенты наклона, для которых величина F-критерия была значима на уровне <0.05, что говорило об адекватности линейной модели экспериментальным данным. Для проверки гипотезы о равенстве КнВР нулю использовался F-критерий.

2.2.3. Анализ результатов

2.2.3.1. Тип стимулов и время суток: общегрупповые изменения

Из табл. 2.1, где представлены средние показатели эффективности обнаружения сигнала (ЭОС) в утренние и вечерние часы, следует:

а) на «быстрые» стимулы испытуемые реагировали быстрее, чем на «медленные», и утром ($t=15.53$, $p<0.001$) и вечером ($t=10.31$, $p<0.001$);

б) стабильность моторных реакций, оцененная по величине σВР, значимо больше для «быстрых» стимулов и утром ($t=4.01$, $p<0.0001$) и вечером ($t=5.51$, $p<0.0001$).

в) имело место общее снижение ЭОС в вечерние часы;

г) влияние фактора «время суток» на величину индекса A' достигло конвенционального (5%-го) уровня статистической значимости как для «медленных» ($F=4.24$; $p=0.044$), так и для «быстрых» ($F=4.53$; $p=0.038$) стимулов. В вечерние часы также наблюдалось некоторое увеличение количества пропусков «быстрых» стимулов, но эта величина не достигла статистической достоверности ($F=1.46$; $p=0.23$);

д) влияние фактора «время суток» проявилось также в некотором увеличении среднего ВР в вечерние часы. Для «быстрых» стимулов это увеличение не достигло статистически значимого уровня ($F=2.07$; $p=0.156$), а для «медленных» стимулов выступило как выраженная тенденция ($F=2.99$; $p=0.087$), т.е. его значимость была чуть ниже 5%-го уровня;

Таблица 2.1

Зависимость показателей эффективности обнаружения «быстрых» (Б) и «медленных» (М) стимулов от времени суток (утро, вечер)

Показатели ЭОС	Утро		Вечер	
	М	Б	М	Б
A'	0.99	0.98	0.92	0.90
КПр	0	2.7	0	4.1
ВР, мс	330.3	287.1	343.3	295.6
σВР, мс	71.0	59.2	74.9	57.5
КнВР	0.11	0.17	0.17	0.21

е) КнВР[3] положителен и приблизительно одинаков при обоих типах стимулов и утром и вечером ($t_{утро}=-1.23$, $p=0.22$; $t_{вечер}=1.78$, $p=0.081$). Для «медленных» стимулов рост величин ВР к концу опыта в вечерние часы оказался статистически достоверным ($F=3.84$; $p=0.05$), для «быстрых» стимулов этот эффект явно выражен на уровне тенденции ($F=3.19$; $p=0.079$).

Итак, в вечерних опытах испытуемые гораздо медленнее реагировали на сигнальный стимул, чем в утренних опытах, а к концу серии проб их реакции еще более замедлялись. Снижение ЭОС в вечерние часы более отчетливо выражено по отношению к «медленным» стимулам, чем к «быстрым». О значительном влиянии фактора «время суток» свидетельствуют достаточно высокие индексы силы данного факторного эффекта, оцененные для каждого показателя ЭОС. Величины этих индексов изменялись в диапазоне от 11% для σВР до 52.6% для *A′*. Как известно, сила факторного эффекта отражает ту долю общей дисперсии данных, которая объясняется влиянием анализируемого фактора (*Гусев*, 2000; *Howell*, 1998).

2.2.3.2. Влияние фактора «эстраверсия»

Исходя из литературных данных можно предположить, что степень выраженности экстраверсии/интроверсии (как индивидуально-личностной черты) характеризует степень диспозиционно устойчивой и органически обусловленной активированности испытуемых, тогда как фактор «время суток» оказывает на активированность внешнее и ситуационное влияние. Поэтому для анализа данных был использован двухфакторный дисперсионный многомерный анализ с повторными измерениями[4]. В качестве межгруппового (Between-subject) фактора была задана принадлежность ис-

---

[3] Величины КнВР в нашем эксперименте всегда были положительными, т.е. мы не наблюдали случаев статистически достоверного снижения ВР к концу опыта ни у одного из испытуемых.

[4] Мы ограничились исследованием двухфакторных взаимодействий, поскольку рассмотрение факторных взаимодействий более высокого порядка связано, на наш взгляд, с серьезными методологическими и статистическими проблемами (подробнее см.: *Гусев*, 2000; *Howell*, 1998).

пытуемых к группе экстравертов или интровертов (два уровня), в качестве внутригруппового (Within-subject) фактора — время суток (два уровня: утро, вечер). Такой способ обработки позволяет оценить раздельное влияние обоих факторов, эффект межфакторного взаимодействия, а также учесть особую роль вклада индивидуальных различий испытуемых, участвовавших в опытах дважды — утром и вечером[5].

При оценке влияния фактора индивидуальных различий испытуемых перед исследователем всегда встает принципиальная методическая проблема надежности их оценки с помощью стандартных психометрических средств — психодиагностических вопросников (*Анастази, Урбина*, 2001; *Купер*, 2000; *Шмелев*, 2002; *O'Connor*, 1992). Для оценки факторного эффекта, где фактором является степень выраженности у испытуемого той или иной личностной черты, необходимо разделить испытуемых на две (или более) группы, в каждой из которых будут находиться испытуемые с различной степенью выраженности анализируемой черты. Таким образом, серьезным источником неоднородности получаемых результатов будет известная доля случайности в дифференцированной оценке испытуемого как принадлежащего к той или иной полярной группе. Для увеличения надежности получаемого экспериментального вывода мы проводили тестирование испытуемых с использованием личностных вопросников дважды — утром и вечером. Для дальнейшего дисперсионного анализа мы брали только тех испытуемых, которые и утром и вечером попадали в *одни и те же* полярные группы.

Сначала опишем характер «чистого» влияния фактора «экстраверсия» на ЭОС в целом по группе, вне зависимости от времени суток. Групповые данные испытуемых, разделенных по вопроснику Г. Айзенка на экстравертов (баллы выше медианы) и интровертов (баллы ниже медианы), см. в табл. 2.2.

---

[5] Фактически использование данной процедуры дисперсионного анализа позволяет исключить из общей дисперсии ту ее часть, которая обусловлена влиянием индивидуальных различий испытуемых. Таким образом, априорно повышается вероятность установления достоверности влияния оцениваемых факторов.

Таблица 2.2

Зависимость показателей эффективности обнаружения «быстрых» (Б) и «медленных» (М) стимулов от принадлежности испытуемых к группе экстравертов или интровертов

Показатели ЭОС	Интроверты		Экстраверты	
	М	Б	М	Б
A'	0.94	0.93	0.99	0.97
КПр	0	3.9	0	3.4
ВР, мс	344.4	298.4	328.6	292.4
σВР, мс	70.5	58.1	75.7	58.5
КнВР	0.12	0.13	0.19	0.25

Дисперсионный анализ показал, что при обнаружении «медленных» стимулов фактор «экстраверсия» не оказал статистически значимого влияния на ЭОС, хотя средние значения показателей *A'*, ВР и σВР были немного выше у экстравертов. При анализе влияния фактора «экстраверсия» на обнаружение «быстрых» стимулов выявилась сходная картина изменений, однако влияние этого фактора на ряд показателей ЭОС оказалось статистически достоверным или явно выраженным на уровне тенденции (т.е. на уровне значимости, близком к 5%-му). Так, значения ВР у экстравертов ниже, чем у интровертов (F=2.91; p=0.09), т.е. они реагируют быстрее. Кроме того, в группе экстравертов обнаружен более значительный рост ВР к концу опыта (КнВР=0.25), тогда как в группе интровертов декременты бдительности к концу опыта намного менее выражены (КнВР=0.13). Этот эффект высокодостоверен: F=5.99, p=0.018. Последнее свидетельствует в пользу того, что на протяжении опыта интроверты работали стабильнее экстравертов и не продемонстрировали характерного для подобных опытов повышения ВР, отражающего феномен декремента бдительности.

Итак, в целом можно заключить, что экстраверсия как индивидуально-личностная черта сама по себе незначительно повлияла на ЭОС в нашей задаче на бдительность.

Проанализируем теперь совместное влияние факторов «экстраверсия» и «время суток» на показатели ЭОС.

При обнаружении «медленных» стимулов значимое влияние межфакторного взаимодействия (рис. 2.2) проявилось в показателях среднего ВР (F=6.95, p=0.011) и σВР (F=7.29, p=0.010).

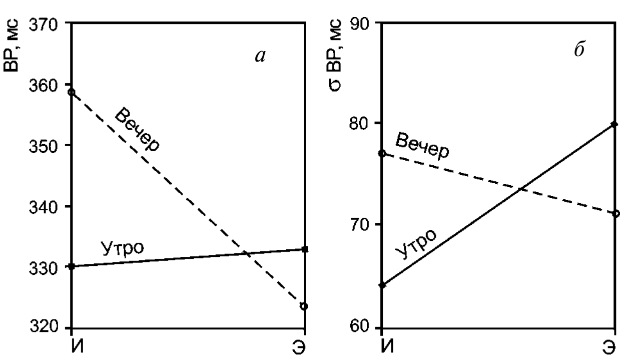


Рис. 2.2. «Медленные» стимулы. Величины ВР (*а*) и σВР (*б*) утром и вечером в группах интровертов (И) и экстравертов (Э)

В утренние часы различия ВР у интровертов и экстравертов незначительны. Зато вечером картина существенно меняется: величина среднего ВР у экстравертов немного понизилась (с 333 до 323 мс), тогда как у интровертов, наоборот, значительно возросла (с 330 до 359 мс). Величина σВР (показателя стабильности сенсомоторных реакций) изменяется сходным образом (рис. 2.2, *б*). У интровертов разброс ВР вечером повышается (с 64 до 77 мс), тогда как у экстравертов понижается (с 80 до 71 мс).

При обнаружении «быстрых» стимулов значимое влияние межфакторного взаимодействия проявилось практически во всех показателях (рис. 2.3). Для индекса сенсорной чувствительности *A′* и КнВР — на уровне явной тенденции (F=3.44, p=0.07; F=3.07, p=0.086 соответственно), для среднего ВР и σВР — на высоком статистически значимом уровне (F=8.98, p=0.004; F=4.97, p=0.039 соответственно). Динамика показателей ВР на «быстрые» стимулы имела сходный характер: экстраверты вечером реагировали быстрее, чем утром, а интроверты — наоборот. Показатели стабильности ВР менялись в зависимости от времени суток только у экстравертов: вечером величины σВР у них значительно понизились (с 66 до 51 мс), т.е. стабильность ВР возросла. У интро-

вертов величины σВР практически не изменялись в разное время суток (57 мс утром, 59 мс вечером).

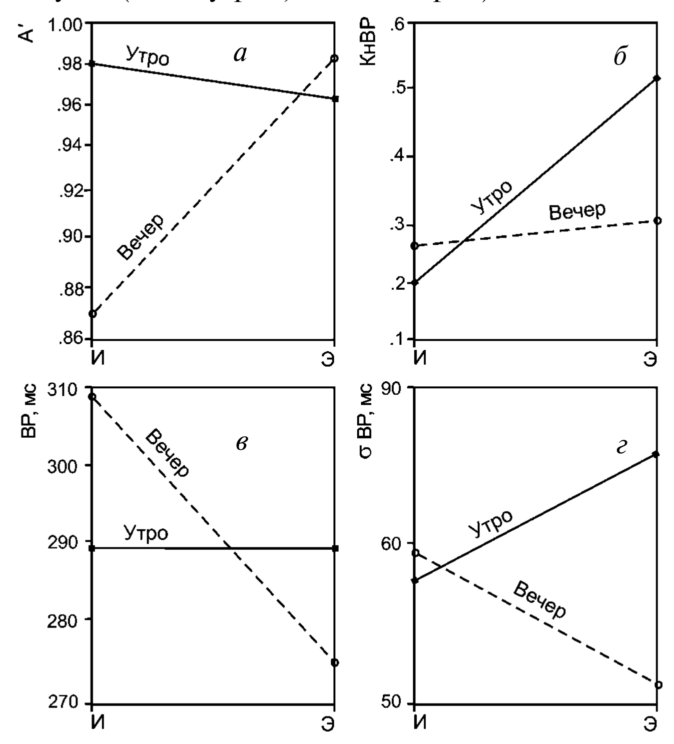


Рис. 2.3. «Быстрые» стимулы. Показатели ЭОС утром и вечером в группах интровертов (И) и экстравертов (Э)

Итак, большие различия между экстравертами и интровертами в величинах среднего ВР наблюдались лишь в вечерние часы. В утренние часы значительных межгрупповых различий не было, хотя интроверты реагировали на стимул несколько быстрее, а экстраверты — медленнее. В вечерние часы ситуация менялась на противоположную: экстраверты в целом реагировали быстрее, а интроверты — медленнее. Показатели стабильности ВР (σВР и КнВР) в целом выше у интровертов, чем у экстравертов, и в утренние часы это различие более значительно.

Динамика чувствительности была одинаковой для обоих типов сигналов, но значимый эффект межфакторного взаи-

модействия проявился лишь при обнаружении «быстрых» стимулов: у экстравертов в зависимости от времени суток чувствительность практически не менялась, а у интровертов изменения были значительными. В вечерние часы у интровертов ЭОС снижалась по сравнению с утренними часами.

2.2.3.3. Влияние фактора «импульсивность»

В литературе имеются сведения о более тесной зависимости показателей ЭОС от степени выраженности у испытуемых скорее импульсивности (субфактора, входящего в фактор экстраверсии), нежели самого фактора экстраверсии. Поэтому мы провели отдельный анализ данных для этого фактора.

Дисперсионный анализ показал, что найденные зависимости в целом хорошо повторяют результаты, изложенные выше при анализе влияния фактора «экстраверсия». Так, для «медленных» стимулов фактор «импульсивность» не оказал статистически достоверного влияния на показатели ЭОС; для «быстрых» стимулов фактор «импульсивность» значимо повлиял лишь на КнВР (F=4.92, p=0.032). Это выразилось в том, что в группе высокоимпульсивных испытуемых выявился более значительный рост ВР к концу опыта (КнВР=0.24), тогда как в группе низкоимпульсивных увеличение ВР к концу опыта было выражено значительно слабее (КнВР=0.13). Это свидетельствует о том, что на протяжении опыта менее импульсивные испытуемые работали стабильнее более импульсивных испытуемых и не продемонстрировали сколько-нибудь заметного декремента бдительности.

Анализ совместного влияния факторов «импульсивность» и «время суток» на показатели ЭОС выявил тенденции, аналогичные влиянию фактора «экстраверсия». Для «медленных» стимулов зафиксировано статистически значимое влияние межфакторного взаимодействия на величины ВР (F=4.76, p=0.034) и σВР (F=4.51, p=0.039). Для «быстрых» стимулов обнаружено аналогичное влияние на величины *A′* (F=3.74, p=0.050), ВР (F=4.14, p=0.048) и КнВР (F=7.22, p=0.010).

Различия в величинах среднего ВР между высоко- и низкоимпульсивными испытуемыми наблюдались лишь в вечерние часы: высокоимпульсивные в целом реагировали на сигналы быстрее, а низкоимпульсивные — медленнее (рис. 2.4, *а*, *г*).

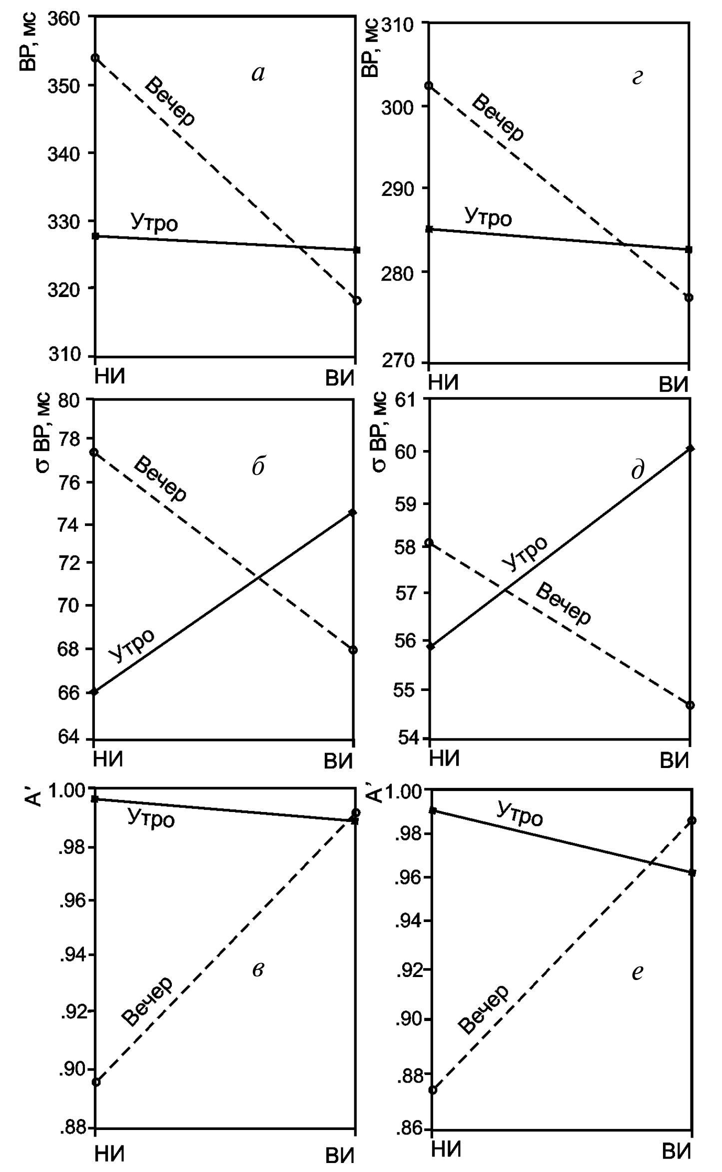


Рис. 2.4. Показатели обнаружения «медленных» (*а, б, в*) и «быстрых» (*г, д, е*) стимулов утром, вечером в группах низкоимпульсивных (НИ) и высокоимпульсивных (ВИ) испытуемых

Показатель стабильности ВР (σВР) для «медленных» стимулов у низкоимпульсивных испытуемых (по сравнению с высокоимпульсивными) был выше в утренние часы; и наоборот — в вечерние часы высокоимпульсивные работали более стабильно (рис. 2.4, *б*, *д*). Интересно, что для «быстрых» стимулов картина была иной: низкоимпульсивные испытуемые работали с практически одинаковой стабильностью и утром и вечером, тогда как у высокоимпульсивных испытуемых стабильность ВР утром была ниже. Однако, как было указано выше, последний эффект не достиг статистически достоверного уровня.

Динамика чувствительности была одинаковой и для «медленных» и для «быстрых» сигналов (рис. 2.4, *в*, *е*), тем не менее влияние межфакторного взаимодействия было значимым лишь для «быстрых» стимулов (F=3.86; p=0.050). Это влияние заключалось в том, что у высокоимпульсивных испытуемых чувствительность практически не менялась в зависимости от времени суток, а у низкоимпульсивных изменения были значительными: в вечерние часы у них происходило снижение ЭОС по сравнению с утренними часами.

2.2.3.4. Влияние фактора «нейротизм»

Сначала опишем характер «чистого» влияния фактора «нейротизм» на ЭОС в целом по группе, вне зависимости от времени суток. В табл. 2.3 представлены групповые данные испытуемых, разделенных по вопроснику Г. Айзенка

Таблица 2.3

Зависимость показателей эффективности обнаружения «быстрых» (Б) и «медленных» (М) стимулов от принадлежности испытуемых к группе эмоционально стабильных или нейротичных

Показатели ЭОС	Эмоционально стабильные		Нейротичные	
	М	Б	М	Б
A'	0.96	0.95	0.96	0.95
КПр	0.14	2.4	0	3.7
ВР, мс	325.8	282.0	346.1	297.0
σВР, мс	71.8	52.7	76.1	60.5
КнВР	0.11	0.18	0.14	0.14

на эмоционально стабильных (баллы ниже медианы) и нейротичных (баллы выше медианы).

Дисперсионный анализ показал, что для «медленных» стимулов фактор «нейротизм» оказал заметное влияние только на один показатель ЭОС — величину ВР. Это влияние оказалось значимым на уровне тенденции (F=3.02, p=0.089) и выразилось в том, что эмоционально стабильные испытуемые быстрее реагировали на обнаруженный стимул. При анализе влияния фактора «нейротизм» на обнаружение «быстрых» стимулов были установлены сходные изменения. Влияние этого фактора выражено на уровне тенденции для среднего ВР (F=2.85, p=0.098) и σВР (F=3.26, p=0.077). У эмоционально стабильных значения ВР ниже, а их реакции в ходе опыта более стабильны, чем реакции нейротичных испытуемых.

Итак, в целом можно заключить, что фактор «нейротизм» оказал незначительное влияние на показатели ВР испытуемых и был выражен на уровне значимости, близком к статистически достоверному.

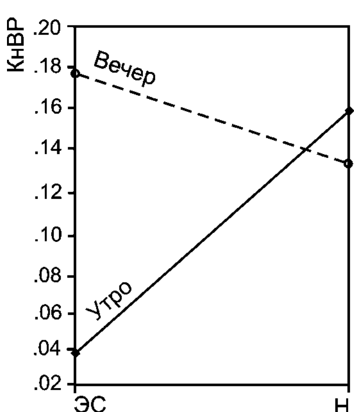


Рис. 2.5. «Медленные» стимулы. Зависимость величины КнВР от «времени суток» (утро, вечер) и принадлежности испытуемых к группе эмоционально стабильных (ЭС) или нейротичных (Н)

Теперь проанализируем совместное влияние факторов «нейротизм» и «время суток» на показатели ЭОС. Для «медленных» стимулов дисперсионный анализ выявил высокодостоверный эффект влияния межфакторного взаимодействия только на один показатель — КнВР (F=5.19, p=0.027). На рис. 2.5 видно, что для испытуемых с высоким уровнем ней-

ротизма характерен выраженный рост ВР к концу опыта и утром и вечером. Напротив, у эмоционально стабильных ВР повышалось к концу опыта только вечером, а утром эта группа испытуемых работала исключительно стабильно, не снижая и не повышения скорости своих реакций, т.е. без проявления декремента бдительности.

2.2.3.5. Влияние фактора «тревожность»

Групповые данные испытуемых, разделенных по вопроснику Спилбергера на низкотревожных (баллы выше медианы) и высокотревожных (баллы ниже медианы), представлены в табл. 2.4.

Дисперсионный анализ показал, что для «медленных» стимулов фактор «тревожность» оказал статистически достоверное влияние на ВР ($F=4.86$, $p=0.033$) и σВР ($F=4.12$, $p=0.049$). Для «быстрых» стимулов фактор «тревожность» повлиял на величину ВР на уровне тенденции ($F=2.93$; $p=0.095$). Это выразилось в том, что низкотревожные испытуемые реагировали при обнаружении стимула быстрее, чем высокотревожные (см. табл. 2.4).

Таблица 2.4

Зависимость показателей эффективности обнаружения «быстрых» (Б) и «медленных» (М) стимулов от принадлежности испытуемых к группе низкотревожных или высокотревожных

Показатели ЭОС	Низкотревожные		Высокотревожные	
	М	Б	М	Б
A′	0.97	0.96	0.95	0.93
КПр	0.13	2.96	0.07	4.26
ВР, мс	322.8	284.3	350.2	301.0
σВР, мс	68.6	58.4	80.3	62.6
КнВР	0.13	0.18	0.14	0.14

Итак, можно заключить, что выраженность тревожности как личностной черты влияет на скоростные характеристики моторной реакции испытуемых.

Оценим совместное влияния факторов «тревожность» и «время суток» на показатели ЭОС. Дисперсионный анализ выявил статистически достоверное влияние межфак-

торного взаимодействия только для «быстрых» стимулов. Оно выразилось в изменении показателей стабильности ВР в ходе опыта. При обнаружении «быстрых» стимулов низкотревожные и высокотревожные испытуемые различались величиной σВР в вечерние часы (рис. 2.6, *а*): у первых разброс ВР был значимо меньше, чем у вторых (53.6 мс против 65.8 мс). В утренние часы различие в стабильности моторного компонента было незначительным (63.3 и 59.3 мс). Коэффициенты наклона ВР в ходе опыта, зарегистрированные у двух групп испытуемых (см. рис. 2.6, *б*), также различались лишь в вечерние часы: у низкотревожных наблюдался более значительный рост ВР к концу опыта по сравнению с высокотревожными. Таким образом, можно заключить, что более тревожные испытуемые решали сенсорную задачу с большей дисперсией ВР, а менее тревожные реагировали более стабильно, хотя у них и наблюдался некоторый рост ВР к концу опыта. В группе высокотревожных такой положительный тренд был менее выражен, по-видимому, в силу того, что его «замаскировал» больший разброс величин ВР.

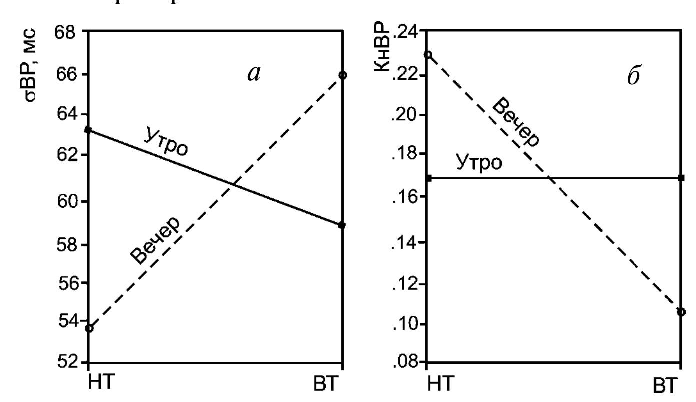


Рис. 2.6. «Быстрые» стимулы. Зависимость величин σВР (*а*) и КнВР (*б*) от «времени суток» (утро, вечер) и принадлежности испытуемых к группе низкотревожных (НТ) или высокотревожных (ВТ)

2.2.3.6. Влияние фактора «мотивация достижения»

Групповые данные испытуемых, разделенных по вопроснику Мехрабиана на мотивированных на достижение

успеха (баллы выше медианы) и мотивированных на избегание неудачи (баллы ниже медианы) представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Зависимость показателей эффективности обнаружения «быстрых» (Б) и «медленных» (М) стимулов от принадлежности испытуемых к группе мотивированных на избегание неудачи или мотивированных на достижение успеха

Показатели ЭОС	Мотивированные на избегание неудачи		Мотивированные на достижение успеха	
	М	Б	М	Б
A′	0.99	0.97	0.95	0.94
КПр	0	4.7	0	2.2
ВР, мс	347.7	297.1	314.2	275.8
σВР, мс	78.1	62.7	68.5	53.8
КнВР	0.12	0.12	0.14	0.21

Дисперсионный анализ показал, что в целом испытуемые с выраженной мотивацией достижения (Д-испытуемые) быстрее реагируют как на «быстрые» (F=6.53, p=0.015), так и на «медленные» (F=11.65, p=0.001) стимулы, чем испытуемые с выраженной мотивацией избегания неудачи (Н-испытуемые). По показателю разброса ВР в ходе опыта (σВР) их моторные реакции были в среднем также более стабильны как на «медленные» (F=2.69, p=0.1), так и на «быстрые» стимулы (F=3.07, p=0.086), хотя, строго говоря, этот эффект оказался выраженным лишь на уровне тенденции. Отметим также, что в группе Н-испытуемых при обнаружении «быстрых» стимулов, т.е. при решении более трудной сенсорной задачи, отмечается тенденция к замедлению реакций (рост КнВР) к концу опыта (F=2.83, p=0.099).

По показателям чувствительности также выявилось определенное преимущество Д-испытуемых: они реже пропускали «быстрые» стимулы, чем Н-испытуемые (F=3.43, p=0.07).

Взаимодействие факторов «время суток» и «мотивация достижения» повлияло только на среднее ВР на оба типа стимулов (рис. 2.7). Как для «медленных» (F=3.49, p=0.068),

так и для «быстрых» (F=3.74, p=0.058) стимулов проявилась следующая тенденция: в группе Д-испытуемых величины ВР, зарегистрированные утром и вечером, практически не различались и были одинаково высокими, а в группе Н-испытуемых время суток оказало значительное влияние: вечером их реакции замедлялись.

Взаимодействие факторов повлияло на величину КнВР для «медленных» стимулов, определяя различный характер динамики ВР (т.е. выраженности декремента бдительности) в ходе опыта (рис. 2.8). Так, если в группе Н-испы-

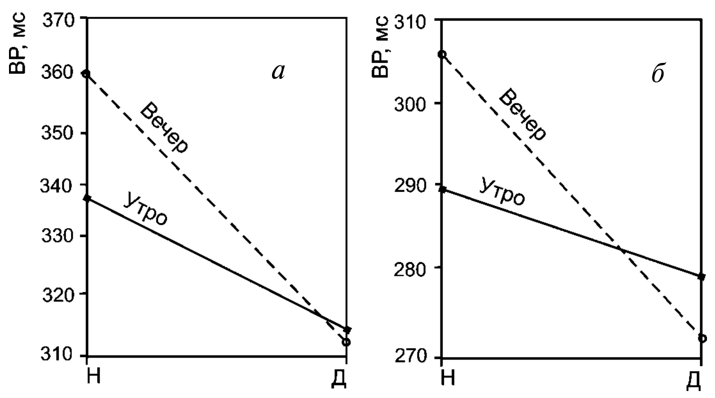


Рис. 2.7. Зависимость величины ВР на «медленные» (*а*) и «быстрые» (*б*) стимулы от «времени суток» (утро, вечер) и принадлежности к группе Н-испытуемых или Д-испытуемых

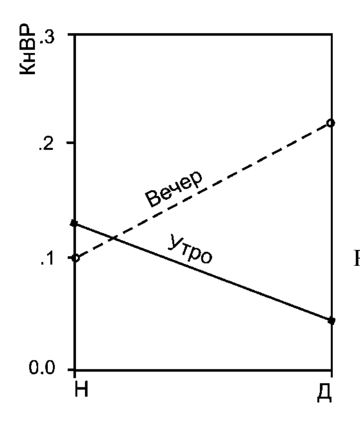


Рис. 2.8. «Медленные» стимулы. Зависимость величины КнВР в ходе опыта от «времени суток» (утро, вечер) и принадлежности к группе Н- или Д-испытуемых

туемых не наблюдалось значительных различий утром и вечером (0.138 утром, 0.104 вечером), то в группе Д-испытуемых рост ВР к концу опыта в вечерние часы был вполне отчетливым (0.05 утром, 0.22 вечером).

Приведенные результаты свидетельствуют о преимущественном и значительном влиянии фактора «экстраверсия» на большинство показателей ЭОС. Поэтому рассмотрим особо эффект совокупного влияния факторов «мотивация достижения» и «экстраверсия».

Изучение совместного влияния мотива достижения и экстраверсии на ЭОС показало, что взаимодействие этих факторов одинаково значимо повлияло на величину ВР как для «медленных» ($F=13.13$, $p=0.001$), так и для «быстрых» ($F=8.06$, $p<0.007$) стимулов. Специфика эффекта межфакторного взаимодействия заключалась в том, что в группе экстравертов выраженность мотивации достижения практически не влияла на скорость реакции, а в группе интровертов наблюдалась закономерная динамика (см. рис. 2.9). Самые быстрые реакции (минимальные ВР) были зарегистрированы у интровертов с выраженной мотивацией достижения, а самые медленные — у интровертов с мотивацией избегания.

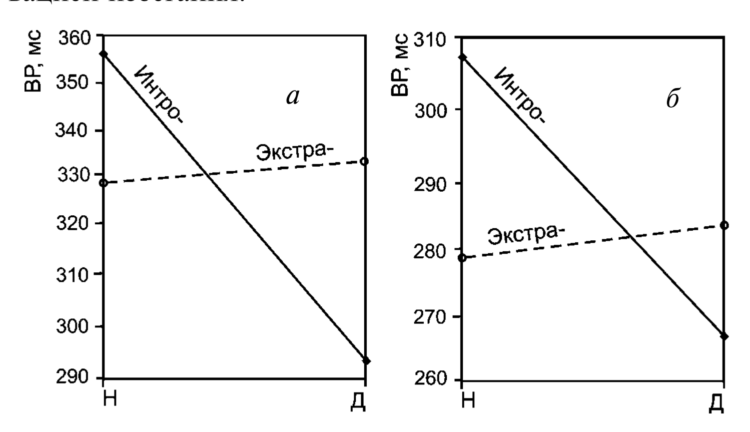


Рис. 2.9. Зависимость изменения величины ВР на «медленные» (*а*) и «быстрые» (*б*) сигналы от соотношения факторов «экстраверсия» (интроверты, экстраверты) и «мотивация достижения» (Н-испытуемые, Д-испытуемые)

Показатель σВР для «медленных» стимулов также зависел от эффекта межфакторного взаимодействия (F=7.3, p=0.01). Так же как и для ВР, стабильность моторных реакций была максимальна в группе интровертов с выраженным мотивом достижения (рис. 2.10). Для остальных трех комбинаций выраженности личностных факторов величины σВР практически не различались. Аналогичный эффект найден для показателей КнВР (см. рис. 2.11): максимальный декремент бдительности по величине ВР к концу опыта наблюдался у Н-экстравертов, а минимальный — у Д-интровертов. У Н-испытуемых какой-либо определенной динамики в зависимости от их принадлежности к группе экстравертов или интровертов не обнаружено.

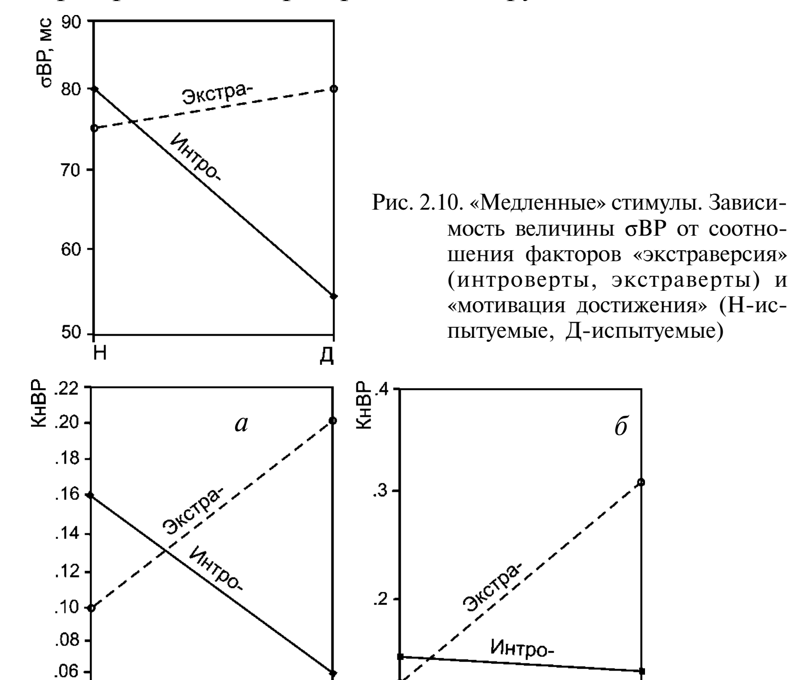


Рис. 2.10. «Медленные» стимулы. Зависимость величины σВР от соотношения факторов «экстраверсия» (интроверты, экстраверты) и «мотивация достижения» (Н-испытуемые, Д-испытуемые)

Рис. 2.11. Зависимость роста ВР к концу опыта при обнаружении «медленных» (*а*) и «быстрых» (*б*) стимулов от соотношения факторов «экстраверсия» (интроверты, экстраверты) и «мотивация достижения» (Н-испытуемые, Д-испытуемые)

2.2.3.7. Самооценка активации и ЭОС

Выше мы сообщали, что непосредственно перед началом опыта испытуемые заполняли вопросник «Самооценка состояния» (см. Приложение 1)[6].

Вопросник состоял из 28 пунктов, каждый из которых работал на одну из двух шкал — шкалу энергетической активации (energetic arrousal) и шкалу напряжения, или активации напряжения (tense arrousal). Шкалы названы в соответствии с введенными Р. Тайером терминами (*Thayer*, 1978, 1989). Первое измерение (14 пунктов) простирается от состояний, субъективно определяемых как «ощущение энергии и силы», до противоположных «ощущений сонливости и усталости». Состояния активации, фиксируемые данным измерением, закономерно изменяются в течение суток, они лежат в основе ощущения явной физической активности и бодрости и многих аспектов состояния человека, связанного с высокой познавательной активностью. Второе измерение (14 пунктов) простирается от ощущения субъективного напряжения к ощущению безмятежности и покоя и, по-видимому, лежит в основе множества эмоций (например, тревоги) и стрессовых реакций (например, на сильный шум или временной дефицит). Эти два измерения позитивно коррелируют при умеренных уровнях энергетических затрат, но могут негативно коррелировать при высоких уровнях энергетических затрат (*Thayer*, 1978, 1989). Таким образом, напряжение минимально при максимуме силы и энергии, и наоборот. В работах Р. Тайера было также показано, что негативное влияние напряжения возрастает поздно вечером, рано утром и в другие моменты, когда необходимость дополнительного усилия и стресс повышают усталость и снижают работоспособность. Установлено, что предельно низкие оценки активации по обоим измерениям свидетельствуют о значительном падении энергетического потенциала чело-

---

[6] Данный вариант вопросника, составленный У. Ревеллем на основе известного вопросника самооценки состояния AD-ACL (*Thayer*, 1978, 1989) с добавлением ряда пунктов, был переведен на русский язык нами совместно с Е.З. Фришман и впервые использован в ходе совместных исследований 1994—1995 гг.

века в целом, что отражается в снижении эффективности его деятельности.

Факторизация пунктов данного вопросника, проведенная нами после экспериментов 1994—1995 гг. на русскоязычной выборке, показала хорошее соответствие полученных результатов более ранним данным (*Revelle*, *Andersen*, 1993; *Thayer*, 1989). Оценка внутренней консистентности шкал вопросника с помощью коэффициента α-Кронбаха выявила достаточно высокие усредненные коэффициенты корреляции между пунктами обеих шкал — 0.66 и 0.68 соответственно для шкал энергетической активации (ЭА) и активации напряжения (АН).

Рассмотрим зависимость показателей ЭОС от самооценок активированности испытуемых. Как и в предыдущих случаях, испытуемые были разделены по каждой шкале на две полярные группы относительно медианы сырых баллов. Многомерный дисперсионный анализ (MANOVA) не выявил статистически достоверных факторных влияний на показатели эффективности обнаружения как «медленных», так и «быстрых» стимулов по шкалам ЭА и АН по отдельности.

В литературе отмечается определенная корреляция между шкалами вопросника. Поэтому особо рассмотрим эффекты межфакторного взаимодействия. Совместное влияние шкал-факторов ЭА и АН (или эффект ЭА×АН) достоверно выявилось в количестве пропусков «быстрых» стимулов (рис. 2.12, *а*, *б*). Максимальное количество пропусков было у наименее активированных и наиболее напряженных испытуемых, т.е. у тех, кто имел минимальные баллы по шкале ЭА, но максимальные по шкале АН ($F=4.08$, $p=0.045$). Три другие группы испытуемых по количеству пропусков заметно не различались. Естественно, что по величинам индексов чувствительности имела место аналогичная зависимость, хотя в этом случае эффект ЭА×АН был выражен только на уровне тенденции ($F=2.08$, $p=0.15$).

Совместное влияние ЭА и АН было также выражено и для «медленных» стимулов (рис. 2.12, *в*, *г*). Оно оказалось высокозначимым для σВР ($F=9.27$, $p=0.003$), а для индекса чувствительности A' — на уровне тенденции ($F=2.76$,

р=0.09). Наибольшая стабильность сенсомоторного реагирования отмечена у низкоактивированных и слабонапряженных испытуемых, наименьшая — у низкоактивированных и сильнонапряженных. У двух других групп испытуемых зарегистрированы промежуточные (средние) величины σВР. По индексу чувствительности эффект межфакторного взаимодействия ЭА×АН для «медленных» стимулов был аналогичен описанному выше для «быстрых» стимулов.

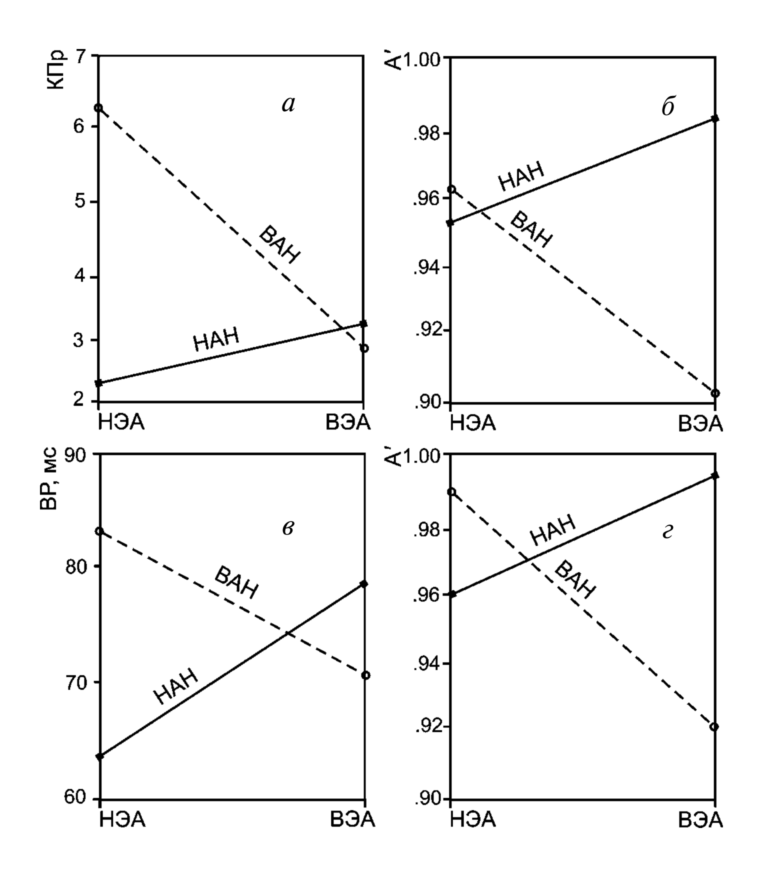


Рис. 2.12. Зависимость показателей ЭОС при обнаружении «быстрых» (*а, б*) и «медленных» (*в, г*) стимулов от соотношения факторов уровня энергетической активации (высокий — ВЭА, низкий — НЭА) и активации напряжения (высокий — ВАН, низкий —НАН)

2.2.4. Обсуждение

2.2.4.1. ЭОС и время суток

Снижение ЭОС в вечерние часы, особенно для «медленных» стимулов, мы объясняем нарастанием усталости испытуемых к концу рабочего дня и, следовательно, снижением уровня их активации. Общее снижение активации в конце дня — многократно подтвержденный факт (*Blake*, 1967; *Carrier, Monk*, 2000; *Chebat et al.*, 1997; *Hot et al.*, 1999; *See et al.*, 1995). Увеличение ВР к концу серии также свидетельствует о повышении утомления испытуемых. Можно предположить, что психофизиологическая «цена» бдительности вечером становится более высокой, и для поддержания необходимого уровня ЭОС в это время суток требуется привлечение большего количества ресурсов.

Меньшая степень снижения эффективности обнаружения «быстрых» стимулов — это, на наш взгляд, также ожидаемый факт в силу специфики стимульных условий задачи: появление «быстрых» стимулов могло вызывать у испытуемых кратковременный активирующий эффект, обусловленный особой ролью этих стимулов в структуре осуществляемой деятельности. Наши предположения основываются на том, что, согласно самоотчетам испытуемых, «быстрые» стимулы имели для них более высокую значимость в ходе решения задачи, чем «медленные». Бóльшая трудность обнаружения «быстрых» стимулов фактически делала их *целевыми* и, таким образом, повышала их стимульную *значимость*. Это могло приводить к включению так называемого механизма фазической активации. Этот механизм хорошо известен в литературе как обеспечивающий экстренное реагирование на значимый для субъекта стимул (*Деметиенко и др.*, 2000; *Наатанен*, 1998; *Соколов*, 1958; *Derryberry, Tucker*, 1991).

2.2.4.2. Экстраверсия, импульсивность, время суток и активация

Сравнение характера и степени влияния экстраверсии и импульсивности на решение сенсорной задачи вне

зависимости от времени суток показывает следующее: 1) экстраверты и высокоимпульсивные испытуемые (как менее активированные) демонстрируют в целом меньшую ЭОС по сравнению с интровертами и низкоимпульсивными; 2) этот феномен выражен слабо и проявляется не во всех показателях эффективности деятельности. На наш взгляд, это может быть объяснено диспозиционным влиянием общей активированности, в разной степени выраженной у этих групп испытуемых в силу наличия у них соответствующих анатомо-физиологических различий ЦНС (*Айзенк*, 1999). Очевидно, что разделение испытуемых в целом на экстравертов и интровертов или на высоко- и низкоимпульсивных не оказывает значительного влияния на показатели эффективности решения сенсорной задачи.

Включение в анализ дополнительного ситуационного фактора — времени суток — позволило более ясно увидеть влияние уровня активации на показатели ЭОС. Различия в ЭОС между группами испытуемых с исходно различными уровнями активированности стали более отчетливыми за счет совокупного влияния обоих активационных факторов. В соответствии с многочисленными литературными данными (*Небылицын*, 1978; *Frigon, Granger*, 1978; *Kishimoto*, 1977; *Meyer-Bahlburg*, *Strobach*, 1971; *Standing et al.*, 1990; и др.) более активированные испытуемые (интроверты или низкоимпульсивные) имели небольшое преимущество в обнаружении сигнала в утренние часы, тогда как испытуемые с более низким уровнем базовой активированности были более продуктивны в вечерние часы. Полученные результаты отчетливо подтверждают роль такого важного ситуационного фактора, как время суток в решении простой (надпороговой) сенсорной задачи. Экстраверты как личностный тип, характеризующийся необходимостью притока дополнительной внешней стимуляции, закономерно повышали свой уровень активации в течение дня; у интровертов наблюдалась обратная картина — снижение к вечеру исходно более высокого уровня активации.

Наблюдавшаяся у этих двух групп испытуемых зависимость ЭОС от изменения активации имеет закономерное

объяснение в силу наличия хорошо известной в литературе инвертированной U-образной (т.е. нелинейной) функциональной зависимости асимптотического уровня эффективности деятельности от интегрального (вызванного действием различных факторов) уровня активации. Следствием такого рода нелинейной функциональной связи является возможность как увеличения, так и уменьшения ЭОС при изменении активации в зависимости от того, на каком уровне (субоптимальном или сверхоптимальном) активации находится в данный момент времени тот или иной испытуемый. Еще раз подчеркнем очень интересный, на наш взгляд, факт большей стабильности чувствительности в течение суток в группе исходно менее активированных испытуемых — экстравертов и импульсивных. Фактически индекс A' у них не изменялся. Этот результат может быть также проинтерпретирован как характерная для этой группы испытуемых суточная динамика активации, по-видимому компенсировавшая естественную усталость к концу рабочего дня. Напротив, в группе исходно более активированных испытуемых — интровертов и низкоимпульсивных — усталость не компенсировалась характерным для них снижением уровня активации к концу дня.

Полученные результаты не позволяют нам сделать заключение о том, что на эффективность деятельности влияет именно фактор импульсивности, а не фактор экстраверсии. Более того, фактор экстраверсии влиял даже на большее количество показателей по сравнению с фактором импульсивности. В этом контексте мы считаем, что преждевременно говорить о преимущественном влиянии импульсивности на эффективность решения задач с нагрузкой на НПИ-ресурсы (*Revelle et al.*, 1980). По крайней мере это касается задач, сходных с той, которая была использована в нашем эксперименте. По всей видимости, имеющиеся в литературе данные о преимущественном влиянии именно фактора импульсивности, полученные при решении испытуемыми определенного класса задач на бдительность, требуют дальнейшего анализа.

2.2.4.3. Нейротизм, тревожность и время суток

В целом выявлено незначительное влияние на ЭОС такой личностной черты, как нейротизм. Главным образом это влияние проявилось в небольшом преимуществе эмоционально стабильных испытуемых перед нейротичными в моторном компоненте решения сенсорной задачи — величине ВР. Как было отмечено в литературном обзоре, бóльшая эмоциональная стабильность позволяет испытуемым эффективнее привлекать когнитивные ресурсы, включенные в решение задачи, постоянно поддерживать необходимый уровень произвольного усилия и, таким образом, не отвлекаться на побочные и прямо не связанные с решением задачи факторы (например, не фиксироваться на негативных переживаниях). О дефиците усилия у нейротичных испытуемых прямо свидетельствует явно выраженный у этих испытуемых феномен декремента бдительности — повышение ВР к концу опыта.

Хорошо известно, что показатели нейротизма, выявляемые по вопроснику Г. Айзенка, высоко и положительно коррелируют с показателями тревожности, получаемыми по вопроснику Спилбергера. В нашем эксперименте соответствующий коэффициент ранговой корреляции Спирмена равнялся +0.35 при очень высоком уровне достоверности ($p<0.0001$). Поэтому мы ожидали получить влияние фактора тревожности, сходное с влиянием фактора нейротизма. В целом так и получилось: у низкотревожных испытуемых ЭОС оказалась более высокой. Причем тревожность повлияла сильнее, чем нейротизм (это выразилось в изменении большего количества показателей деятельности испытуемого). Интересно, что в нашем исследовании (как и в исследованиях других авторов) тревожность повлияла в большей степени на обнаружение «быстрых» стимулов, т.е. ее эффект сказался на решении более трудной и, следовательно, требующей привлечения больших ресурсов задачи. Этот факт, по нашему мнению, еще раз свидетельствует о том, что эмоционально стабильные испытуемые способны лучше регулировать степень своего произвольного усилия, направленного на решение задачи и, следовательно, более эффективно привлекать необходимые ресурсы.

2.2.4.4. Мотивация достижения, время суток и экстраверсия

В целом влияние мотивации достижения на ЭОС выразилось в явном преимуществе испытуемых с преобладанием мотива достижения успеха (Д-испытуемых) перед испытуемыми с мотивацией избегания неудачи (Н-испытуемыми). Это свидетельствует в пользу гипотезы о положительном влиянии дополнительного усилия на ЭОС. Главным образом это влияние проявилось в моторном компоненте — увеличении быстроты и стабильности реакций испытуемых, тогда как сенсорный компонент (чувствительность) практически не менялся. На наш взгляд, такой результат вполне закономерен в ситуации решения легкой и достаточно монотонной задачи. Если сама задача недостаточно мобилизует испытуемого, то для поддержания устойчивого внимания (привлечения ресурсов) оказывается весьма эффективным приложение дополнительного усилия.

Взаимодействие факторов «мотивация достижения» и «время суток» также находит свое логичное объяснение. Замедление моторных реакций у Н-испытуемых в вечерние часы по сравнению с Д-испытуемыми хорошо объясняется с ресурсной позиции: дополнительное усилие способствует привлечению дополнительных ресурсов и, таким образом, компенсирует рост утомления и снижение активированности испытуемых к концу рабочего дня.

В эту логику не вписывается лишь повышение декремента бдительности при обнаружении «медленных» стимулов, наблюдавшееся в вечерние часы у Д-испытуемых. Можно предположить, что этот феномен был вызван известным эффектом сверхмотивации в условиях общего истощения ресурсов, вызванного утомлением. Это предположение тем более вероятно, что данный факт проявился только в более легкой задаче — при обнаружении «медленных» стимулов, имевших, как мы уже подчеркивали выше, меньшую сигнальную значимость для испытуемых.

Обсуждение эффектов совместного влияния мотивации достижения и экстраверсии на показатели бдительности требует особого внимания, поскольку здесь прямо отражается взаимодействие основных регуляторных механиз-

мов сенсорного процесса — активации и усилия. Как и ожидалось, явное преимущество в моторном компоненте деятельности имела только одна группа испытуемых — интроверты с выраженным мотивом достижения (Д-интроверты), т.е. те испытуемые, которые, по нашим предположениям, были не только более активированы, но и максимально сосредоточены на успешном решении задачи. Остальные три группы испытуемых (Н-экстраверты, Д-экстраверты и Н-интроверты) обнаружили худшие показатели ВР по сравнению с Д-интровертами. Фактически эффект межфакторного взаимодействия выразился в достоверных различиях между Д- и Н-интровертами. По нашему мнению, эти результаты наглядно подтверждают гипотезу о влиянии дополнительного усилия (наряду с активацией) на эффективность решения задачи на бдительность.

Наши результаты также показали отсутствие влияния произвольного усилия на сенсорный компонент деятельности, обусловливающий точность обнаружения зрительного сигнала.

2.2.4.5. Ситуационная самооценка активации и ЭОС

Выраженное влияние на ЭОС энергетической составляющей чувства активированности и компонентов напряженности по отдельности в нашем исследовании не выявилось. Этот факт, несомненно, расходится с многочисленными данными, свидетельствующими о возможности самостоятельного использования шкалы энергетической активации для оценки актуального уровня активированности испытуемых перед опытом (*Thayer*, 1978, 1986). Отсутствие в литературе данных по оценке совместного влияния указанных выше двух шкал не позволяет нам оценить степень соответствия наших и литературных данных.

Тем не менее проведенное исследование совместного влияния обеих шкал выявило ожидаемую закономерность, ранее отмеченную в литературе (*Matthews, Davies*, 1998; *See et al.*, 1995). Полярные по двухкомпонентной оценке группы испытуемых (высокие показатели по ЭА и низкие по АН против низких показателей по ЭА и высоких по АН) по-

казали закономерные различия в ЭОС. Более активированные и менее напряженные испытуемые продемонстрировали максимальные показатели ЭОС как в моторном, так и в сенсорном компонентах. Таким образом, интегральная оценка активированности испытуемых по апробированному нами вопроснику сразу по двум шкалам показала надежность использования этих шкал для измерения уровня актуальной (ситуационной) активированности испытуемого перед началом опыта.

2.2.5. Итоги исследования

В целом можно утверждать, что полученные в описанном эксперименте результаты подтвердили выдвинутые нами гипотезы о влиянии факторов, контролирующих активацию и усилие, на эффективность решения задачи обнаружения зрительных сигналов. Перечислим основные результаты.

Факты, подтверждающие гипотезу 1

1. Моторные реакции испытуемых на «быстрые» стимулы были быстрее и стабильнее по сравнению с их реакциями на «медленные» стимулы. Мы интерпретируем этот результат как эффект дополнительного включения механизма фазической активации. Это типичное влияние условий решения сенсорной задачи (стимульных переменных) на повышение субъективной значимости обнаруживаемого сигнала. Это влияние так называемых ситуационных факторов, связанных с типом стимулов в рамках одной задачи. Как ни парадоксально на первый взгляд, но введение условий, усложняющих решение испытуемыми сенсорной задачи, привело к повышению быстроты и стабильности их реакций. Данный результат находит свое объяснение также и в более общем контексте, задаваемом законом оптимума мотивации Йеркса—Додсона.

2. Показатели эффективности деятельности, оцененные как по сенсорному, так и по моторному компонентам, утром были выше, чем вечером. Это может свидетельствовать о влиянии фактора общей усталости испытуемых, т.е. общего истощения ресурсов или ограниченной возможнос-

ти их привлечения в конце рабочего дня. К сожалению, мы не получили доказательств снижения уровня активации в вечерние часы по данным вопросника: показатели самооценки активации испытуемых по шкалам энергетической активации и активации напряжения достоверно не различались. Этот результат нужно рассматривать как противоречивый.

3. Интроверты в целом оказались более успешными в решении сенсорной задачи по показателям ВР. Исходя из предположения об их более высокой природной активированности этот факт может быть непосредственным доказательством влияния фактора активации.

4. Динамика эффективности обнаружения сигнала экстравертами и интровертами, высоко- и низкоимпульсивными в утренних и вечерних опытах (и особенно при обнаружении «быстрых» стимулов) хорошо коррелирует с динамикой их активированности в разное время суток. Эти результаты также подтверждают первую гипотезу.

5. Эффект влияния актуального (ситуационного) уровня активации, измеренного по самооценкам испытуемых до начала опыта, на ЭОС также свидетельствует в пользу влияния фактора активации.

Факты, подтверждающие гипотезу 2

1. Повышенная ЭОС в группе эмоционально стабильных испытуемых по сравнению с группой нейротичных (особенно в утренние часы) свидетельствует в пользу возможности первых привлекать больше произвольных усилий к решению задачи.

2. Связь повышенной тревожности с общим снижением скорости реакций испытуемых также свидетельствует о возможности позитивного влияния дополнительного усилия, направленного на задачу.

3. Повышение стабильности моторных реакций у низкотревожных испытуемых по сравнению с высокотревожными при обнаружении только «быстрых» стимулов свидетельствует о позитивном влиянии фактора дополнительного усилия при решении более трудной задачи.

4. Преимущество Д-испытуемых перед Н-испытуемыми как в моторном, так и в сенсорном компонентах деятель-

ности свидетельствует о влиянии усилия на эффективность решения задачи. Более того, в группе Д-испытуемых высокая эффективность была показана и утром и вечером, тогда как в группе Н-испытуемых в вечерние часы имело место снижение скорости моторных реакций. Это может указывать на недостаток привлечения усилия в группе Н-испытуемых в более сложных для выполнения задачи условиях (вечерние часы).

Факты, подтверждающие гипотезу 3

1. Результаты, касающиеся влияния на ЭОС межфакторных взаимодействий нейротизма и времени суток, тревожности и времени суток и показывающие более низкую эффективность эмоционально нестабильных испытуемых (прикладывающих меньше усилий) в вечерних опытах — в ситуации общего снижения ресурсов.

2. Результаты, касающиеся влияния взаимодействия факторов мотивации достижения и времени суток и показывающие дефицит успешности решения задачи в вечерних опытах Н-испытуемыми (прикладывающими меньше усилий).

3. Проявление эффекта дополнительного усилия в группе наиболее активированных испытуемых — интровертов: интроверты с мотивацией достижения продемонстрировали наивысшие показатели обнаружения сигнала, интроверты с мотивацией избегания неудачи — низшие.

Глава 3
Интер- и интраиндивидуальные особенности решения сенсорной задачи обнаружения слухового сигнала

3.1. Обнаружение порогового сигнала: модельные представления о структуре процесса и причинах его динамики (обзор литературы)

3.1.1. Общее представление о структуре процесса обнаружения сигнала в современной психофизике

В психофизической литературе представлены различные модельные описания процесса обнаружения сигнала (их сравнительный анализ см. в: *Асташенко*, 1972; *Бардин*, 1976; *Линк*, 1995; *Худяков*, 2001; и др.). Отдельные модели могут существенно отличаться друг от друга, но, как правило, в этом процессе принято выделять два этапа — собственно сенсорный и принятия решения. Приведем для примера схему К.В. Бардина, Ю.А. Индлина и Ю.М. Забродина (*Bardin, Indlin, Zabrodin*, 1976). Сходные представления о структуре сенсорного процесса были изложены Дж. Гилфордом в 1954 г.

$$\{S\} \xrightarrow{Q(X_S/S)} \{X_S\} \xrightarrow{Q(H_S/X_S)} \{H\} \xrightarrow{Q(R/H_S)} \{R\}$$

Эта схема включает в себя четыре множества и три оператора отображения. Первым звеном рассматриваемого нами сенсорного процесса является множество (или пространство) входных сигналов — {S}. Воздействие входных сигналов на сенсорную систему порождает некоторое их отображение в множестве ощущений (или в сенсорном пространстве) — $\{X_S\}$. Это отображение осуществляет оператор построения сенсорного образа — $Q(X_S / S)$. {S}, $\{X_S\}$ и $Q(X_S / S)$ составляют блок сенсорного отображения, или когнитивную часть процесса. Затем множество ощущений отображается в множестве суждений — {H}. Этот процесс осуществляется оператором $Q(H_S / X_S)$. В работе оператора $Q(H_S / X_S)$ отражается функция блока решения — регулятивной части процесса. И наконец, пространство принятых решений отображается в множестве осуществляемых субъектом ответных действий — {R}. Эту функцию выполняет оператор исполнения $Q(R / H_S)$. Таким образом, третий блок процесса обнаружения — блок реализации принятого решения — состоит из оператора исполнения и множества возможных действий.

Несмотря на видимую простоту и линейность, данная схема позволяет рассматривать процесс обнаружения сигнала вполне содержательно и многомерно, что связано с особой ролью выделенных выше трех операторов отображения — $Q(X_S / S)$, $Q(H_S / X_S)$ и $Q(R / H_S)$. Эти операторы представляют собой интегральный результат многофункционального и сложного влияния различных объективных и субъективных факторов, включенных в структуру психологических механизмов, обеспечивающих процесс обнаружения сигнала.

На наш взгляд, для изучения структуры и механизмов сенсорного процесса важное методологическое значение имеет разработанное Ю.М. Забродиным (1977) представление о сенсорном пространстве как гомоморфном ото-

бражении основных топологических особенностей пространства внешних сигналов. В то же время особенности метрики этого сенсорного пространства по существу определяются субъективными законами и условиями задачи, решаемой человеком. Таким образом, результат стимульного воздействия может быть представлен как точка в многомерном сенсорном пространстве. В этом смысле гипотетическая ось сенсорных эффектов, рассматриваемая во многих моделях, есть лишь приблизительная проекция стимула на одну из осей этого пространства. Добавим, что топология и метрика сенсорного пространства вряд ли могут считаться стационарными (*Бардин*, *Индлин*, 1993). Более того, в ряде работ показано, что так называемые субъективные эталоны крайне нестабильны (*Бардин, Забродин*, 1972; *Гайда*, 1971; *Соколов*, 1964).

В современной психофизике преимущественное внимание уделялось изучению этапа принятия решения (на схеме это переход от $\{X_S\}$ к $\{H\}$). Сенсорный этап рассматривался как элементарный — «простое» отображение внешнего воздействия в сенсорный эффект. В большинстве моделей процесса обнаружения сигнала (*Забродин*, 1977; *Светс, Таннер, Бердсалл*, 1964; *Atkinson*, 1963; *Green, Swets*, 1966) считается достаточным представить результат ряда последовательных стимульных воздействий в виде распределения сенсорных эффектов на гипотетической сенсорной оси. Существование распределения постулируется не только как следствие возможных флуктуаций физических параметров стимуляции (например, «белый» шум — это в принципе случайный процесс), но и как результат определенной нестабильности самой сенсорной системы (*Бардин*, 1976). Кроме того, описывая существенные особенности сенсорного этапа, некоторые авторы отмечают зависимость возникающего сенсорного эффекта от опыта субъекта, т.е. подчеркивают формируемость сенсорного пространства (*Аткинсон*, 1980; *Бардин*, 1982; *Забродин*, 1977; *Atkinson*, 1963). Особенно оригинально, на наш взгляд, эта мысль подтверждается в экспериментах К.В. Бардина и его сотрудников, изучавших в задаче различения громкости тональных сигналов появление так называемых дополни-

тельных сенсорных признаков (*Бардин, Войтенко*, 1985; *Бардин, Садов, Цзен*, 1984).

3.1.2. Динамические аспекты выполнения сенсорных задач

В моделях, разработанных психофизиками и психофизиологами, отражаются экспериментально установленные факты изменения эффективности обнаружения/различения сигнала (ЭОС) под влиянием различного рода факторов (длительности и напряженности работы, изменения активированности, мотивирующих инструкций, индивидуально-типологических особенностей испытуемых и др.). Единой универсальной теории пока нет, и принципиальных вопросов намного больше, чем конкретных ответов (*Аткинсон*, 1980), но тем не менее можно выделить некоторые подходы и объяснительные схемы, в рамках которых рассматриваются причины изменения ЭОС. Мы уделим особое внимание динамике собственно сенсорного процесса, в отличие от изменений, связанных с процессом принятия решения. При этом мы отдаем себе отчет в том, что вряд ли возможно строгое разделение вкладов когнитивной и регулятивной подсистем в конечный результат — факт обнаружения/необнаружения сигнала.

Сразу же отметим, что работы, выполненные в рамках психофизического анализа и посвященные теоретическому обсуждению проблем динамики решения сенсорных задач, немногочисленны и противоречивы. Более того, мы вполне согласны с Ю.М. Забродиным и его соавторами в том, что «сами явления динамики оказываются разноплановыми и в известном смысле побочными проявлениями общих закономерностей», так же как и в том, что «в рамках теоретического анализа эти явления выступают как неясное влияние посторонних по отношению к самому процессу факторов (психологического или физиологического свойства) и описываются в большинстве случаев как стационарные события и процессы» (*Забродин, Носуленко, Пахомов*, 1979, с. 9). В этом смысле понятно, почему некоторые психофизики, оставаясь в рамках классически ра-

финированного психофизического эксперимента, при построении моделей обнаружения сигнала приходят к выводу о постоянстве сенсорной чувствительности человека, о стационарности сенсорного пространства (см., напр.: *Индлин*, 1977*а*, *б*). Однако, на наш взгляд, подобные построения основаны на частных данных лабораторного эксперимента и не обладают, по образному выражению У. Найсера (1980), «экологической» валидностью. Наше замечание отнюдь не означает, что в таких моделях приводятся ненадежные заключения. Мы лишь хотим подчеркнуть, что они ограничены искусственными рамками лабораторного эксперимента.

В большинстве современных моделей обнаружения сигнала (*Асташенко*, 1972; *Бардин*, 1976; *Забродин*, 1977; *Линк*, 1995) предполагается стационарность (неизменность во времени) основных параметров процесса отображения входных сигналов в сенсорном пространстве (т.е. оператора $Q(X_S / S)$, см. схему выше). Это означает, что из рассмотрения исключается такой важный момент, как время протекания процесса обнаружения. Единственно постулируемая динамика — это изменение положения границы (критерия), разделяющей два класса частично перекрывающихся множеств ощущений («сигнального» и «шумового»). Положение этой границы, как уже отмечалось выше, определяется влияниями, имеющими несенсорную природу. Однако поскольку локализация этой границы имеет место на сенсорной оси (или на другой, которая получена как производная от нее с помощью какого-либо монотонного преобразования), то логично предположить, что выбор ее положения не может не зависеть от сенсорной основы. Следовательно, рассмотрение динамических характеристик сенсорного процесса является первичным и определяющим при описании динамических аспектов процесса обнаружения в целом.

Из большинства развитых психофизических теорий заметно выделяется теория вариабельной чувствительности (Аткинсон, 1980; *Atkinson*, 1963). В рамках модели Р. Аткинсона, соединившей психофизику с принципами теории

адаптивного научения, сенсорный процесс одновременно и определяет ответ наблюдателя, и сам зависит от него, будучи связанным с процессом принятия решения. Предполагается, что выделение актуального сенсорного образа из имеющегося множества сигналов или шумов может изменяться в зависимости от мотивации, предшествующих решений, установки и других психологических характеристик и состояний человека.

Отечественный психофизик Ю.М. Забродин предложил обобщающую многие описания модель идеального наблюдателя, в которой отражаются динамические аспекты процесса обнаружения сигнала (*Забродин*, 1976, 1977; *Забродин, Носуленко, Пахомов*, 1979). Остановимся подробнее на описании автором возможных случаев нестационарности отображения стимульной информации в сенсорном пространстве. Ценность этого описания, на наш взгляд, состоит в том, что Ю.М. Забродин (в отличие от Р. Аткинсона) основывает свое объяснение на общепринятых положениях современной психофизики.

Случай 1. Предполагается, что дисперсия процесса отображения воздействий сигнального и шумового стимулов в сенсорном пространстве является функцией времени. Тогда, представив две частично перекрывающиеся кривые нормального распределения, соответствующие сенсорным последствиям воздействия «сигнального» и «шумового» стимулов, мы получаем изменение во времени степени перекрытия этих кривых. Следовательно, будет меняться и индекс чувствительности d' (один из вариантов индекса), поскольку его величина непосредственно зависит от дисперсии упомянутых распределений.

Случай 2. Предполагается, что во времени изменяется также и расстояние между центрами «сигнального» и «шумового» распределений. Это также приводит к изменению степени перекрытия распределений, а значит, к изменению величины d'.

Случай 3. Предполагается одновременное изменение дисперсии распределений сенсорных эффектов и расстояния между их центрами. Легко показать, что по формальным статистическим результатам эксперимента по обна-

ружению сигнала, т.е. по эмпирически найденным вероятностям правильных обнаружений и ложных тревог, случаи 1, 2 и 3 неразличимы.

Случай 4. Допускается, что в силу некоторых причин будет меняться во времени положение границы, разделяющей оба распределения. Тогда в области перекрытия распределений вместо одной точки образуется некоторая зона, в пределах которой будет варьироваться положение границы. В этом случае величина d' может оставаться неизменной.

Показано, что по результатам эксперимента случаи 1, 2 и 3, где происходит изменение чувствительности, будут отличаться от случая 4: в первых трех случаях будет наблюдаться синхронное и однонаправленное изменение вероятностей пропусков и ложных тревог, тогда как в последнем — синхронное, но разнонаправленное изменение (*Забродин, Носуленко, Пахомов*, 1979).

Анализ имеющихся экспериментальных данных позволяет также говорить о том, что ЭОС является нестационарной функцией времени. Более того, установлено, что динамика различных показателей ЭОС «содержит не только случайную, но и регулярные составляющие, зависящие от времени течения и развития сенсорного процесса» (*там же*, с. 28). Анализируя динамику эффективности обнаружения/различения сенсорных сигналов, исследователи установили различные по масштабу изменения. Условно их можно разделить на макродинамику — изменения в масштабах часов и даже суток, и микродинамику — изменения в рамках одного длительного опыта (десятки минут). В данном разделе мы рассмотрим лишь динамику показателей ЭОС в малых интервалах времени.

Приведем наиболее интересные экспериментальные доказательства высказанного положения. В работе Ю.А. Индлина (1974) на высокотренированных испытуемых показано, что в задаче различения громкости тональных сигналов наблюдается закономерная динамика 50%-й точки психометрической кривой, имеющая периодический характер (4.5—5 минут в среднем по группе). Автор делает вывод, что отмеченная динамика отражает изменения несенсорных факторов, но мы вслед за Ю.М. Забродиным, В.Н. Носуленко и

А.П. Пахомовым (1979) склонны считать, что на динамику разделяющей границы влияло и изменение свойств сенсорного образа. Ю.М. Забродин и А.П. Пахомов (1975) попытались оценить раздельную динамику сенсорных и несенсорных факторов в задаче обнаружения сигнала на фоне шума (метод «да/нет») и показали, что при разбиении экспериментальных серий на подсерии по 5 минут можно наблюдать периоды резкого снижения эффективности работы наблюдателя, названные «провалами». Проведенный анализ обнаружил, что во время «провала» наблюдатель испытывает резкий дефицит сенсорной информации. Период таких колебаний оказался равным 2—2.5 минуты. Авторы предположили, что за такими резкими синфазными сдвигами вероятностей пропусков и ложных тревог стоит феномен, отражающий общую нестационарность работы сенсорной системы, названный Ю.М. Забродиным эффектом «пульсара» (*Забродин, Лебедев*, 1977). Похожий квазипериодический характер изменения пороговых показателей был продемонстрирован еще в работах Дж. Гилфорда (*Guilford*, 1954) и М. Вертгаймера (*Wertheimer*, 1953), однако поскольку в этих работах еще не разделялись вклады сенсорных и несенсорных переменных, то нам трудно установить причину изменения этих показателей.

Эффект почти периодического изменения ЭОС подтвержден в многочисленных лабораторных и прикладных (квазинатурных) экспериментах (напр.: *Забродин, Носуленко, Пахомов*, 1979; *Индлин*, 1977*а*, *б*; *Носуленко, Пахомов*, 1978; *Пахомов, Шаповалов*, 1980). Было установлено, что колебания ЭОС могут иметь различный характер. Они могут отражать как изменения собственно сенсорной способности (чувствительности), так и динамику (скачки, медленный «дрейф») критерия принятия решения, т.е. перестройки в когнитивной и регуляторной подсистемах.

К аналогичным выводам приходит и К.В. Бардин (1982) при описании особенностей работы наблюдателя в пороговой области. Анализируя результаты своих экспериментов, а также литературные данные (*Забродин, Носуленко, Пахомов*, 1979; *Индлин*, 1979; *Пахомов*, *Шаповалов*, 1980), К.В. Бардин подчеркивает, что в ходе экспериментов по

обнаружению/различению сигналов можно выделить два различных типа периодов снижения ЭОС. В первом случае испытуемый может волевым усилием восстановить обычный (исходный) уровень ЭОС; в этом случае можно говорить о периодическом невнимании. Во втором — испытуемый не может произвольно восстановить прежний уровень ясности ощущений, но после нескольких проб исходный уровень ЭОС может восстанавливаться спонтанно; в этом случае следует говорить о снижении самой сенсорной способности. Как характерную особенность изменения ЭОС К.В. Бардин также отмечает циклический характер периодов спада и повышения чувствительности. Закономерные изменения чувствительности наблюдаются даже в ходе непродолжительных опытов (10—12 минут). Интересные данные получены Н.В. Цзеном и А.Г. Шмелевым (1985) при исследовании динамики вибротактильной чувствительности: в рамках одного опыта было показано значительное уменьшение d' для неуверенных ответов по сравнению с уверенными.

Имеются многочисленные данные о динамике пороговых показателей в рамках одного опыта при обнаружении зрительных сигналов (см. обзор: *Пахомов, Шаповалов*, 1980). Подчеркнем, что многие данные о динамике психофизических показателей ЭОС были получены в стабильных и хорошо контролируемых условиях эксперимента, поэтому надежность наблюдавшихся феноменов не вызывает сомнения.

Существует большое количество работ, в том числе выполненных в рамках изучения бдительности, где исследовались причины, обусловливающие вариативность показателей ЭОС. Часть результатов в этой связи мы проанализировали в главе 2. Здесь остановимся лишь на тех работах, которые были выполнены в рамках ТОС, в типичных задачах обнаружения/различения пороговых сигналов.

Изменение ЭОС в пороговых задачах использовалось как показатель увеличения или снижения бдительности наблюдателя в различных условиях деятельности. В качестве условий применялись различные «стрессоры»: депривация сна, дополнительная сенсорная стимуляция другой модальности, монотония, физическая нагрузка, фармакологичес-

кие воздействия и др. Однако отметим, что в основной массе работ по проблеме бдительности качественный анализ динамики пороговых показателей ЭОС не проводился, поэтому весьма трудно установить, что реально изменялось в эксперименте — сенсорная способность или критерий принятия решения (КПР) (см. обзоры: *Фришман*, 1981, 1987; *See et al.*, 1995). Утверждения о высокой вариабельности КПР в целом не вызывают сомнения. Так, при введении дополнительной стимуляции пороги обнаружения/различения снижались за счет либерализации КПР при неизменности чувствительности (*Broadbent*, *Gregory*, 1963*a*, *b*; *Gruzelier, Venables*, 1974; *Matthews et al.*, 1993). Аналогичные результаты приводятся в работах К. Стро, Т. Шигехизы, Дж. Симонса (по: *Фришман*, 1979) и С. Милошевича (*Milosevich*, 1974). Авторы наблюдали повышение порога под действием монотонии при более строгом КПР.

Что касается стабильности собственно чувствительности, то в литературе имеются противоречивые факты. Так, Дж. Светс и В. Таннер (*Tanner, Swets*, 1954) в опытах со зрительными стимулами и Ю.А. Индлин (1977) в опытах со звуковыми стимулами показали, что сенсорная способность конкретного испытуемого достаточно постоянна. В тоже время другие исследователи установили, что при изменении условий решения сенсорной задачи изменяется именно чувствительность (*Broadbent, Gregory*, 1963*a*, *b*; *Treisman, Geffen*, 1967).

Таким образом, в литературе приводятся разнообразные данные, свидетельствующие о том, что под влиянием изменения условий деятельности изменяются и сенсорная способность, и строгость КПР. Необходимо подчеркнуть, что делались попытки выделить из множества экспериментальных данных один основной фактор, определяющий исследуемую динамику. Как было подчеркнуто нами ранее (см. главу 2), многие исследователи считают таким фактором активацию и строят на этой основе свои концепции бдительности. Исходя из этого все варьируемые в экспериментах условия рассматриваются как повышающие или понижающие уровень активации. Так, объясняя снижение ЭОС при одновременном падении активации, Г. Джери-

сон и его соавторы (по: *Фришман*, 1979) утверждают, что падение активации не влияет на формирование сенсорного образа и КПР, а затрагивает лишь более раннюю фазу процесса обнаружения — фазу фокального внимания. В соответствии с моделью А. Уэлфорда (*Welford*, 1962, 1973), основанной (как и модель Ю.М. Забродина) на ТОС, изменение уровня активации вызывает смещение распределений «сигнала» и «шума» относительно друг друга на оси сенсорных эффектов, что в свою очередь приводит к изменению индекса чувствительности и/или КПР. По мнению Е.З. Фришман (1979, 1987), предсказываемые этой моделью изменения — увеличение сенсорной чувствительности и снижение КПР при увеличении активации — подтверждаются экспериментальными данными. В модели А. Уэлфорда (как и в работе: *Humphreys, Revelle*, 1984) подчеркивается немонотонный характер зависимости ЭОС от уровня активации. Следовательно, изменение показателей ЭОС должно зависеть не только от величины изменения активации, но и от исходного уровня активированности испытуемого. Экспериментально было установлено, что чрезмерная активация приводит к обратному эффекту — снижению чувствительности и увеличению строгости КПР (*Фришман*, 1987; *Welford*, 1973). Предполагается, что в этом случае нервные клетки перевозбуждаются и перестают быть чувствительными: увеличение «шумов» самой сенсорной системы снижает ее пропускную способность. Сходные рассуждения приводятся в модели Д. Коркорана (*Corcoran*, 1965, 1972), описывающей немонотонную инвертированную U-образную функциональную зависимость эффективности деятельности от активированности.

Таким образом, оценивая динамику эффективности деятельности наблюдателя и анализируя причины этой динамики, необходимо учитывать как исходный уровень его активированности, так и изменение этого уровня в ходе опыта. Экспериментальные данные, полученные с помощью надежных электрофизиологических индикаторов активации (*Bughsbaum*, *Silverman*, 1968; *Crider*, *Augenbraum*, 1975; *Kondo*, *Travis*, *Knott*, 1975), подтверждают освещенные выше предположения. Обсуждаемые нами зависимос-

ти (см., напр.: *Фришман*, 1981; *Amelang*, *Ullwer*, 1991) нашли подтверждение и в ряде психофизических работ, в которых использовались поведенческие методы оценки активированности (например, вопросник Г. Айзенка). Нам представляется, что такое объяснение зависимости ЭОС от уровня активированности убедительно еще и потому, что оно выводится из общепсихологического закона Йеркса—Додсона.

Таким образом, приводимые в литературе экспериментальные данные и их модельные описания свидетельствуют об изменении во времени показателей эффективности решения сенсорной задачи под влиянием самых различных экспериментальных условий. Причем можно говорить о нестационарности обоих этапов в структуре сенсорного процесса — его сенсорного звена и следующего за ним процесса принятия решения.

3.1.3. Роль сенсорных эталонов в процессе обнаружения сигнала

Описывая процесс обнаружения/различения сигналов, многие исследователи прямо или косвенно включают в него память. Роль памяти очевидна при принятии решения об обнаружении сигнала или выборе способа реализации этого решения (см., напр., общую схему Ю.М. Забродина, 1977). Однако включение памяти в процесс отображения внешнего стимула в множестве ощущений (т.е. детерминация оператора $Q(X_S/S)$) не столь очевидно.

Многие авторы используют предложенный А.В. Запорожцем термин «сенсорный эталон» или сходные с ним. Так, Е.Н. Соколов (1964) подчеркивает, что решение задачи обнаружения сигнала требует наличия в памяти определенного эталона («рабочего уровня») и выделяет два режима работы наблюдателя: с сохранением в памяти неизменного эталона и при постоянной коррекции эталона, учитывающей собственные шумы сенсорной системы. К.В. Бардин и Ю.М. Забродин (1972), классифицируя задачи различения сигналов, говорят об объективном эталоне, заданном

во внешнем, стимульном пространстве, и субъективном эталоне, имеющемся у наблюдателя лишь в форме представления о некотором классе стимулов. В другой работе эти же авторы рассматривают колебания субъективного эталона как основную причину «шума» сенсорной системы (*Бардин, Забродин*, 1969).

Описывая процессы восприятия, многие авторы выделяют в качестве особого этап сличения эталонов памяти с характеристиками поступающего сигнала (*Запорожец*, 1986; *Зинченко, Вергилес*, 1969; *Зинченко Т.П.*, 1981; *Козловский*, 1985; *Шехтер*, 1982). Впервые на значение этого этапа указал еще И.М. Сеченов (1952, с. 336, 400). Чаще всего процесс сличения определяется как «взаимодействие между некоторым следом памяти и перцептивной информацией о свойствах предъявленного объекта, в результате которого устанавливается факт соответствия или несоответствия между этим следом и перцептивной информацией (*Шехтер*, 1982, с. 302). Сличение с эталоном может происходить на разных уровнях переработки поступающей информации, например, как в модели Р. Аткинсона (1980) — в сенсорном регистре, в кратковременной или долговременной памяти[1].

В современных структурных описаниях сенсорно-перцептивный процесс представляется как многоуровневый процесс сличения с реальностью эталонов разной степени конкретности (*Брунер*, 1975; *Величковский*, 1981; *Запорожец*, 1986). Так, В.Ф. Рубахин предполагает, что эталоны образуют иерархические системы, организованные по отношениям к классам объектов разного уровня общности, и процесс опознания протекает с «последовательным повышением степени детальности и категоричности эталонов и образов» (1974, с. 88).

Проблема динамики субъективных эталонов стала предметом специальных исследований. Например, в рабо-

[1] В данном контексте нам не важно, правомочна или нет «компьютерная метафора», поскольку факт наличия разноуровневой переработки информации признается авторами самых разных моделей.

те Д.А. Ошанина, Л.Р. Шебек, Э.Н. Конрад (1968) показана зависимость свойств образа-эталона от трудности задачи, условий ее выполнения и смены стимула-эталона в процессе ее решения. В других работах (*Данилова*, 1983; *Корж, Леонов, Соколов*, 1969) установлено, что временна́я динамика субъективных эталонов не сводится просто к «стиранию» эталона. В задаче опознания длительности сигнала при тестировании с интервалом в одну неделю может происходить даже повышение точности идентификации сигнала эталонной длительности. В ряде исследований Н.Н. Корж (*Корж*, 1981; *Корж*, *Зубков, Садов*, 1985) также показано, что в задаче опознания длительности сигнала точность сенсорных эталонов, хранящихся в памяти, со временем повышается за счет уменьшения вариабельности ответов испытуемого. Была установлена еще одна особенность сохранения сенсорного эталона в памяти, а именно изменение его положения на сенсорной шкале (*Корж*, 1981). В работе В.А. Садова показана специфичность эталонов кратковременной и долговременной памяти (*Корж, Зубков, Садов*, 1985; *Садов*, 1982), а также прослежена динамика становления сенсорного эталона, проявившаяся в его «дрейфе» на сенсорной шкале в ходе одного опыта (*Садов*, 1982). В других экспериментах длительное сохранение эталонов в памяти (до 30 дней) не привело к увеличению систематического перемещения его по сенсорной шкале по сравнению с однодневным или двухдневным хранением эталона (*Корж, Леонов, Соколов*, 1969). Следовательно, установлены факты кратковременной нестационарности и долговременной устойчивости сенсорных эталонов памяти. По мнению Н.Н. Корж, точность воспроизведения сенсорного эталона зависит от способа деятельности испытуемого, определяется его способностью соотносить эти эталоны со своим прошлым опытом (*Корж, Зубков, Садов*, 1985; *Корж, Леонов, Соколов*, 1969).

Таким образом, литературные данные позволяют выделить в структуре процесса обнаружения сигнала фазу сравнения характеристик действующего сигнала с сенсорным эталоном памяти. По-видимому, сравнение может

происходить на разных стадиях процесса, начиная с формирования ощущения (сенсорного эффекта) и кончая принятием решения об обнаружении/необнаружении сигнала. Можно предположить, что свойства сенсорных эталонов и их функции различны в зависимости от их места в структуре процесса обнаружения.

3.1.4. О возможностях использования электрокардиограммы для оценки динамики активации

При исследовании причин, обусловливающих динамику ЭОС, различные авторы рассматривают изменение актуального уровня активации человека. Как правило, для контроля активации в конкретных экспериментальных работах используются физиологические индикаторы изменения активации различных отделов нервной системы и общей оценки функционального состояния (ФС) испытуемого.

Исследования в области прикладной психофизиологии показали, что индикаторы сердечного ритма — надежное средство оценки ФС человека (*Данилова*, 1992, 2001; *Соколов, Станкус*, 1982; *Хессет*, 1981; *Cacioppo, Tassinary*, 1990). По отношению к ЦНС система регуляции сердечной деятельности является «периферией», однако хорошо известно, что «перестройки в работе сердечно-сосудистой системы отражают процессы, проходящие в головном мозгу, и ни один показатель сердечно-сосудистой системы не является чисто “периферическим”» (*Хессет*, 1981, с. 77—78). Большинство современных авторов, начиная с классиков Л. Лейси и П. Орбиста (по: *Хессет*, 1981), придерживается той точки зрения, что индикаторы сердечного ритма могут отражать специфические особенности информационной нагрузки на человека, функционирование весьма тонких механизмов локальной активации (*Данилова*, 1992; *Berntson, Cacioppo, Quigley*, 1993; *Hazlett et al.*, 1997; *Orlebeke*, *Somsen, Van der Molen*, 1985; *Pollak, Obrist*, 1988). Н.Н. Данилова, известный специалист в области диагностики ФС, под-

черкивает, что вегетативные реакции непосредственно включены в адаптационно-трофическую функцию организма и тонко отражают те трудности, с которыми человек сталкивается в процессе деятельности. «Изменения сердечного ритма и показателей центрального кровотока являются важным звеном в адаптации организма к условиям внешней и внутренней среды, что открывает возможности использования характеристик сердечного ритма для оценки функционального состояния организма в целом» (*Данилова*, 1992, с. 25).

Часто используемые показатели ритма сердца — частота сердечных сокращений (ЧСС) и дисперсия RR-интервалов. ЧСС отчасти отражает так называемую хронотропную функцию сердца, проявляющуюся в скорости проведения возбуждения по проводящей ткани. Повышение и понижение ЧСС соответствуют положительному и отрицательному хронотропным эффектам и регулируются симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Дисперсию RR-интервалов многие исследователи считают важным и независимым от ЧСС показателем изменения ФС наряду с другими показателями вариативности сердечного ритма (для обзора см.: *Данилова*, 1992; *Orlebeke*, *Somsen, Van der Molen*, 1985). Несмотря на ряд существенных ограничений в интерпретации механизмов регуляции наблюдаемых изменений ЧСС и показателей вариативности сердечного ритма, в целом можно с известной долей уверенности утверждать, что эти показатели отражают интегральный уровень активации парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы и широко используются в психофизиологии в качестве надежных индикаторов (*Данилова*, 1992; *Cacioppo, Tassinary*, 1990; *Gump, Matthews*, 1998; *Kamarck et al.*, 1993, 1994; *Larsen et al.*, 1986; *Smith et al.*, 2000).

3.2. Психологические подходы к оценке субъективной уверенности (СУ) наблюдателя

3.2.1. Психофизическая проблема оценки СУ наблюдателя

В современной психофизике изучению роли субъективной уверенности наблюдателя при решении сенсорных задач уделяется особое внимание, поскольку это направление непосредственно связано с исследованием роли так называемого субъективного фактора. Исследование субъективных факторов (мотивов, установок, интеллекта), лежащих в основе предпочтения испытуемыми определенной категории ответа, было начато еще Е. Борингом, С. Фернбергером, Дж. Гилфордом в 1920—1930-х гг. (по: *Bjorkman et al.*, 1993). И.Г. Скотникова справедливо замечает, что, по-видимому, «первыми среди “переменных субъекта” и единственными, изучающимися на протяжении всей истории психофизики (пусть нечасто и с перерывами) стали исследования его переживаний уверенности-сомнительности в своих сенсорных впечатлениях» (2003б, с. 136).

Желание исследователей оценить степень уверенности испытуемых при решении пороговой задачи вполне объяснимо, поскольку, как было подчеркнуто выше, специфической особенностью такой задачи является дефицит сенсорной информации, задающий ситуацию высокой неопределенности и вызывающий у испытуемых состояние сомнения в правильности своих ответов. Так, еще Г. Фехнер в 1860 г. ввел понятие интервала неопределенности — диапазона стимулов, различие между которыми субъектом почти не воспринимается. Психофизики К. Персе и Дж. Ястров — авторы первой публикации по обсуждаемой проблеме, вышедшей в 1884 г., — дали очень емкое определение оценки уверенности при решении сенсорной задачи: «Величина, называемая степенью уверенности, — это, по-видимому, вторичное ощущение различия между двумя первичными ощущениями от сравниваемых стимулов» (цит. по: *Bjorkman et al.*, 1993, p. 77). В этом определении

заложено представление об уверенности как о воспринимаемой величине, возрастающей в интервале от полного сомнения до полной уверенности прямо пропорционально субъективному различию между стимулами.

В 1894 г. известный психофизик К. Персе (C. Pierce) предложил эмпирическую меру неопределенности ощущений — оценку степени уверенности (СУ) испытуемого в своем ответе, с которой, как он полагал, непосредственно связана вероятность ответа «да». Д. Джонсон и Л. Фестингер, выполнившие в конце 1930-х — начале 1940-х гг. работы по различению длин линий, впервые оценили уверенность как вероятностную меру (частотность), подобную проценту правильных ответов в методе констант (по: *Bjorkman et al.*, 1993).

В ранних психофизических работах, в которых, как отмечает И.Г. Скотникова (2003б), субъективная уверенность наблюдателя интенсивно изучалась в связи с правильностью ответов и временем реакции, было обнаружено следующее: СУ монотонно повышается с ростом точности (т.е. числом правильных ответов), но «отстает» от нее (феномен «недоуверенности» — underconfidence); с ростом точности и СУ скорость реакций растет (ВР падает). Фактически в те годы и началась дискуссия о том, насколько проявление недоуверенности типично для сенсорных задач. Например, проявление недоуверенности было обнаружено в основном для низких и средних категорий уверенности, тогда как для высоких категорий уверенности недоуверенность исчезала и даже сменялась «сверхуверенностью» (overconfidence, *Скотникова*, 2003б).

Метс Бьёркман и его соавторы (*Bjorkman et al.*, 1993) считают, что работами Д. Джонсона и Л. Фестингера завершился классический период исследований уверенности, в рамках которого была обнаружена недоуверенность в пороговых измерениях.

В работах современных психофизиков исследования СУ наблюдателя также представлены, хотя эти работы немногочисленны. Функция СУ рассматривается в качестве внутренней обратной связи, определяющей готовность человека к приему и переработке информации (*Забродин*, 1976; *Конопкин*, 1980). По мнению Дж. Барански и У. Петрусика,

признанных специалистов в области исследования проблемы оценки СУ, последняя играет значительную роль в процессах принятия решения. Основной вопрос — в какой степени по «метакогнитивным» оценкам СУ испытуемого можно достоверно предсказывать точность его решений (*Baranski, Petrusic*, 1994).

В дальнейшем это направление исследований получило определенное название. Дж. Барански и У. Петрусик (*там же*) сообщают, что в 1950-х гг., начиная с работ Д. и П. Адамсов, в зарубежной психологии появились исследования так называемой «калибровки» уверенности (или «реализма» ответов) испытуемого. Началось изучение соотношения между уровнями СУ и точностью решения.

Для лучшего понимания смысла «калибровки» необходимо кратко рассмотреть понятие субъективной вероятности. Субъективная вероятность — это число, выражающее оценку самим субъектом возможности появления некоторого события. «С субъективной точки зрения вероятность — это степень уверенности в некотором утверждении. Она выражает чисто внутреннее, субъективное состояние; нет «верной», «правильной», «объективной» вероятности, существующей где-либо «в реальности», с которой можно было бы сравнивать чью-либо степень уверенности» (*Lihcytenshtein et al.*, 1982, p. 308). Оценивая степень своей уверенности в правильности обнаружения по 2—5-балльной шкале, испытуемый тем самым оценивает субъективную вероятность обнаружения им сигнального стимула.

Таким образом, калибровка отражает соответствие реальной вероятности появления некоторого события (обнаружение/необнаружение сигнала) и ее оценки субъектом. Она может быть измерена эмпирически — путем оценки пропорции правильных ответов для каждой используемой испытуемым в опыте категории уверенности. Применительно к решению сенсорной задачи калибровка характеризует степень соответствия между субъективной вероятностью обнаружения/необнаружения сигнала и ее эмпирической оценкой — процентом правильных ответов. Идеальная калибровка (или точное соответствие субъективной и объективной вероятностей) — это равенство ча-

стоты использования испытуемым каждой категории (градации) при оценке своей уверенности в обнаружении сигнала реальному проценту правильных ответов, зарегистрированных для каждой категории уверенности. Фактически речь идет о соответствии СУ и точности ответов испытуемого.

Другой важный аспект проблемы оценки соответствия точности ответов и СУ связан со способностью испытуемого тонко дифференцировать оценки своей уверенности в появлении/непоявлении некоторого события (целевого сигнала в задачах обнаружения/различения) — так называемой «разрешающей способностью» испытуемого (resolution — термин А. Мерфи, по: *Baranski, Petrusic*, 1994).

Еще одна характеристика СУ в задачах обнаружения сигнала — это проявление у испытуемого сверх- или недоуверенности в своих решениях (*Lihcytenshtein et al.*, 1982). Интуитивно понятно, что сверхуверенным может быть назван тот испытуемый, у которого субъективная вероятность превышает вероятность правильных ответов, а недоуверенным — тот, у которого все наоборот.

3.2.2. Количественная оценка СУ испытуемого

Опишем основные показатели количественной оценки СУ испытуемого, используемые в современной психофизике (*Скотникова*, 2003б; *Baranski, Petrusic*, 1994; *Yetes*, 1990). Отметим также, что эти индексы не были изначально разработаны в рамках психофизики, а пришли из эмпирических исследований в области принятия решений и изучения вероятностной природы разного рода прогнозов (биржевых, метеорологических), а также в области решения испытуемыми задач на общую осведомленность.

Дж. Барански и У. Петрусик (*Baranski, Petrusik*, 1994) сообщают, что индекс для оценки калибровки был предложен в 1950 г. Г. Брайером, а затем введен Дж. Йетсом как «индекс Брайера» (Brier score — *BS*) для измерения точности оценки субъективной вероятности. Пусть ψ_i — оценка субъективной вероятности в форме оценки уверенности

ти, сделанной после принятия решения о появлении/непоявлении случайного события *E* («не уверен» — 0, «скорее не уверен, чем уверен» — 0.25, «50% на 50%» — 0.5, «скорее уверен, чем не уверен» — 0.75, «абсолютно уверен» — 1); e_i — ответ испытуемого о появлении/непоявлении этого события (1 — правильный ответ, 0 — ошибка); *n* — количество ответов испытуемого в опыте. *BS* рассчитывается наподобие дисперсии случайной величины, т.е. как средний квадрат отклонения субъективной вероятности от объективной:

$$BS = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(\psi_i - e_i)^2 .$$

Тот факт, что этот индекс можно разделить на два осмысленных показателя (ψ_i и e_i), а также то, что оценка уверенности (ψ_i) дается испытуемым *n* раз по нескольким градациям (категориям) уверенности, позволил исследователям в дальнейшем предложить ряд используемых в настоящее время индексов калибровки (*Baranski, Petrusik*, 1994; *Yetes*, 1990):

1. Показатель сверх- или недоуверенности (*B* или *bias*), или глобальный индекс «калибровки в целом», предложенный Дж. Йетсом (*Yetes*, 1990), определяется как величина различия между средней (по всем категориям) оценкой уверенности и средней пропорцией правильных ответов:

$$B = \overline{\psi} - P(C) ,$$

где $\overline{\psi}$ — среднее значение градации уверенности по опыту в целом, $P(C)$ — процент правильных ответов.

2. Индекс калибровки представляет собой усредненный показатель величины соответствия оценок уверенности (ψ_j) эмпирическим вероятностям появления оцениваемого события *E* (т.е. $P(C)_j$ по каждой из категорий), взвешенный по количеству оценок каждой категории t_i:

$$Cal = \frac{1}{n}\sum_{j} n_j(\psi_j - P(C)_j)^2 ,$$

где j — одна из используемых испытуемым категорий уверенности, n_j — частота использования данной категории уверенности j, ψ_j — оценка субъективной уверенности испытуемого, $P(C)_j$ — процент правильных ответов для данной категории уверенности, n — количество всех ответов испытуемого в опыте.

Индекс калибровки изменяется от 0 (полная калибровка, отсутствие рассогласования) до 1 (наихудшая калибровка, полная рассогласованность). В качестве примера последнего случая представим, что испытуемый дает абсолютно уверенные ответы на каждую пробу и каждый раз делает ошибку. На практике редко бывают значения калибровки больше 0.1.

3. Индекс разрешающей способности испытуемого (*Baranski, Petrusik*, 1994), или индекс различимости (*Yetes*, 1990), основанный на вычислении вариабельности условных вероятностей появления события E, дает количественную оценку способности лица, принимающего решение, использовать все j категорий уверенности для эффективного различения того, когда событие E появится, а когда нет:

$$\mathrm{Re}\,s = \frac{1}{n}\sum_{j} n_j (P(C)_j - P(C))^2 \quad .$$

Нижняя граница значений индекса — 0, что означает полную невозможность использовать все j оценочных категорий для дифференциации своих оценок уверенности в появлении или непоявлении события E (т.е. правильные и неправильные ответы). Как и в случае с калибровкой, значения индекса больше 0.1 наблюдаются редко.

Описанные выше индексы могут использоваться в психофизике в качестве следующих показателей решения сенсорной задачи:

1. Индекс сверх- или недоуверенности (*bias*) — для общей оценки смещения реалистичности (адекватности) суждений испытуемого по отношению к объективным критериям успешности принятых решений. В задаче обнаружения сигнала это мера сдвига СУ в правильности соотне-

сения сенсорного образа сигнала с сенсорным эталоном памяти в сторону недооценки или переоценки правильности принятого решения. Это еще одна характеристика (кроме строгости КПР) процесса принятия решения. В какой-то степени это характеристика представления испытуемого о самой задаче, связанная с его восприятием правильности принимаемых решений.

2. Индекс калибровки (*Cal*) — для оценки согласованности СУ и объективной правильности ответов испытуемого, измерения различия субъективной и объективной вероятностей правильности решения задачи. Его можно рассматривать как интегральный показатель реалистичности представления субъекта об успешности решения, а его изменение в ходе опыта — как показатель динамики рефлексии принимаемых решений.

3. Индекс разрешающей способности, или различимости (*Res*) — для измерения способности испытуемого дифференцированно использовать весь набор предложенных ему категорий уверенности при оценке принятого решения. Этот показатель может служить мерой дифференцированности оценок СУ испытуемого в ходе опыта. Пока нельзя утверждать, что в задаче обнаружения сигнала данный индекс может отражать степень разнообразия возникающих сенсорных образов или он связан лишь с дифференцированностью пространства принимаемых решений (формально ограниченного категориями «да» и «нет»).

3.2.3. Исследования оценки СУ при решении сенсорных задач

Итак, субъективная уверенность может быть реалистичной и мнимой. Изучению реалистичности принятия решения в психофизических задачах уделялось мало внимания (*Bjorkman*, 1994; *Baranski, Petrusik*, 1994). Исследования фактически фокусировались скорее на проблеме решения когнитивных задач и не касались сенсорной неопределенности. Опишем кратко основные направления исследований и полученные результаты в рамках использования различных индексов СУ в сенсорных задачах.

В разных работах при использовании парадигмы порогового сенсорного различения чаще всего подтверждался классический феномен «недоуверенности», т.е. процент уверенности меньше процента правильности (*Adams, Adams*, 1961; *Bjorkman et al.*, 1993; *Keren*, 1991; *Lihcytenshtein et al.*, 1982). Для объяснения данного феномена шведский психолог М. Бъёркман разработал «теорию субъективного расстояния в сенсорном различении» (*Bjorkman et al.*, 1993), объясняющую сенсорную недоуверенность. По Бъёркману, в психофизических задачах различения уверенность является функцией субъективного расстояния (различия) между стимулами. Основываясь на теории сравнительных суждений Л. Терстоуна (1974), М. Бъёркман предположил, что СУ имеет чисто сенсорную природу и, следовательно, монотонно возрастает при увеличении расстояния между двумя функциями плотности вероятности нормального распределения, описывающими процессы различения сравниваемых стимулов. Таким образом, категории оценок СУ, используемые в эксперименте, отображаются на континууме ощущаемых различий: чем больше ощущение стимульного различия, тем выше СУ. В соответствии с предлагаемыми модельными представлениями даже в самой низкой категории уверенности будет больше правильных ответов, чем ошибок, т.е. будет наблюдаться недоуверенность. Бъёркман также подчеркивает, что на пороговом уровне различения (вследствие фиксированной чувствительности системы) такого смещения в сторону недоуверенности практически невозможно избежать. Представленные автором экспериментальные результаты подтверждают феномен недоуверенности с помощью современных мер калибровки и в целом хорошо соответствуют теории Бъёркмана (*Bjoerkman*, 1994; *Bjoerkman et al.*, 1993). В рамках этой теории были проведены исследования и других авторов, отчасти подтвердивших, а отчасти опровергнувших предположения Бъёркмана (см., напр.: *Ferrell*, 1995).

Однако в целом ряде психофизических исследований, проведенных на задачах различения, обнаружения и опознания, феномен недоуверенности не был выявлен. Но был выявлен противоположный феномен — сверхуверенность

(по: *Baranski, Petrusic*, 1998). Кроме того, рассматривая ряд старых работ (Л. Фестингера, Г. Фаллертона и Дж. Кеттела, К. Персе и Дж. Ястрова и др.), канадские исследователи Дж. Барански и У. Петрусик (*Baranski, Petrusic*, 1994, 1998; *Petrusic, Baranski*, 1997) обнаружили, что, несмотря на ряд методических трудностей в сопоставлении классических результатов с современными, анализ полученных данных позволяет говорить о проявлении общей сверхуверенности в психофизических суждениях. Противоречивость результатов подтверждается и тем фактом, что в одной из работ (задача на определение остроты зрения — *Keren*, 1991) феномен сверхуверенности не был выявлен. Однако Г. Керен показал (хотя и такой результат не ожидался), что недоуверенность фактически увеличивалась при решении более сложной задачи.

В работах Дж. Барански и У. Петрусика специально изучался вопрос о выраженности феномена недо- или сверхуверенности в зависимости от условий решения сенсорной задачи, в частности от уровня ее трудности для испытуемых. Трудность варьировалась в широких пределах, процент правильных ответов изменяли от 0.89 до 0.30. Было установлено, что в пороговых психофизических задачах (как и в задачах на общую осведомленность) испытуемые демонстрировали недоуверенность в случаях легкого различения и сверхуверенность в случаях трудного (порогового) различения. При увеличении трудности задачи индекс калибровки монотонно увеличивался, т.е. калибровка становилась хуже, а разрешение уменьшалось, т.е. также становилось хуже. В целом в этих экспериментах величины индексов калибровки и разрешения сильно зависели от близости точности различения к пороговому уровню и явно отличались от тех же индексов, зарегистрированных в надпороговых задачах.

Таким образом, в литературе имеет место дискуссия о типичности проявления феномена недоуверенности в сенсорных пороговых задачах. Авторы, которые зарегистрировали недоуверенность в сенсорно-перцептивных задачах и считают ее не только типичной для этих задач (*Olsson, Winman*, 1996), но и вообще коренным свойством сенсор-

ного различения, продолжают дискутировать с теми, кто не обнаружил сенсорной недоуверенности и придерживается других точек зрения (*Скотникова*, 2003*а*, *б*; *Baranski, Petrusik*, 1994). Эта дискуссия и более детальный анализ данных привели к предположению о наличии кросскультурных различий в оценке СУ, а именно об общей недоуверенности шведских (*Olsson, Winman*, 1996) и общей сверхуверенности канадских испытуемых (*Baranski, Petrusik*, 1994). Кросскультурное исследование оценки СУ русскими и немецкими испытуемыми показало общую сверхуверенность русских и немцев, однако индекс сверхуверенности у русских испытуемых выше, чем у немцев, которые по своим показателям оказались близки к канадцам (*Скотникова*, 2002б; *Skotnikova*, 2000, 2001).

Для объяснения различных феноменов, связанных с уверенностью принятия решения в психофизических задачах, был предложен ряд модельных описаний. Охарактеризуем кратко наиболее известные модельные описания, подтвержденные эмпирическими исследованиями и количественными данными.

В моделях, разрабатывавшихся в рамках ТОС (*Balakrishnan, Ratcliff1*, 1993; *Ferell*, 1995; *Norman*, *Wickelgren*, 1969; *Treisman, Faulkner*, 1984; и др.), СУ основывается на величине сходства (различия) между актуальным ощущением и КПР. В целом в традиции ТОС проблематика взаимосвязи скорости и точности, уверенности и времени решения разработана недостаточно.

Особый интерес представляют теории последовательного выбора, соотносящие время ответа и его точность. Здесь предполагается, что явный (эксплицитный) ответ дается только после получения определенного количества «имплицитной» (скрытой) подтверждающей информации. Например, в так называемой теории «выброса» Р. Аудли (по: *Baranski, Petrusic*, 1998) предполагается, что с каждой единицей поступающей информации формируется дискретный квант, подтверждающий определенную часть компонента решения и соответствующий принятию одного из двух возможных решений: A>B или A<B. По Аудли (здесь прямая аналогия с нейроквантовой теорией С. Стивенса!),

уверенный ответ имеет место только тогда, когда величина «выброса» превосходит некоторый критический уровень, или критерий. Предполагается, что этот критерий внутренне устанавливается самим субъектом и регулируется условиями эксперимента в пользу скорости или точности; установка на точность снижает критерий и приводит к более быстрому осуществлению ответа, но также увеличивает вероятность ошибки. Таким образом, рассматривается известный компромисс между скоростью и точностью.

На теориях последовательного выбора основана и модель «баланса подтверждения» Д. Викерса (*Vickers*, 1970, 1979). В отличие от теории «выброса», допускающей накопление дискретных единиц информации, в модели Д. Викерса предполагается, что наблюдатель накапливает величины субъективных различий стимулов А и В. Постулируется существование двух хранилищ информации: в одном накапливаются стимульные различия, подтверждающие ответ А>В, в другом — подтверждающие ответ В>А. Решение об ответе «был стимул А» или «был стимул В» выносится в том случае, когда одно из хранилищ первым накопит критическую величину субъективных стимульных различий. Компьютерное моделирование в рамках теории Викерса показало, что данная теория хорошо предсказывает не только форму психометрических функций с разными уровнями различимости сигнала, но и соотношение ВР на правильные и ошибочные ответы при изменении соотношения экспериментальных установок на точность или на скорость (*Vickers*, 1970, 1979). Д. Викерс предположил, что СУ является монотонной функцией от разницы между аккумулированной информацией, подтверждающей ответ «был стимул А», и информацией, подтверждающей альтернативный ответ. У. Барански и Дж. Петрусик (*Baranski, Petrusic*, 1998) сообщают, что в дальнейших исследованиях Викерс и его коллеги эмпирически верифицировали гипотезу «баланса подтверждения», проведя эксперименты с изменением сложности стимульного различения и варьируя инструкции испытуемым, направленные на баланс скорости и точности различения.

Применительно к психофизическим суждениям в задаче различения У. Барански и Дж. Петрусик в последние годы разрабатывают так называемую модель «взвешенного сомнения», основанную на их теории медленного и быстрого угадывания (*Baranski, Petrusic*, 1996; *Petrusic, Baranski*, 1997). В этой теории, как и в модели «выброса» Аудли, предполагается, что в процессе различения стимулов информация накапливается в виде дискретных подтверждающих единиц. Предполагается также накопление информации трех видов: A>B (преобладающая информация), B>A (конкурирующая информация) и A=B (информация о неразличении). Ясный и уверенный ответ дается человеком в том случае, когда субъективный критерий, связанный с одним из трех счетчиков, выборочно накапливающих указанные выше виды информации, достигает определенных критических величин: α1 (A>B), α2 (B>A), α3 (A=B). Последнее означает, что инициируется процесс явного гадания (когда различения нет, а ответ «равно» недопустим).

Эти авторы рассматривают три различные модели зависимости СУ от накопленной информации. В первой модели, разработанной Дж. Барански в 1991 г. (по: *Baranski, Petrusic*, 1994), СУ есть взвешенная функция от количества конкурирующей информации: она уменьшается при увеличении конкурирующей информации. Во второй модели СУ есть взвешенная функция от общего количества конкурирующей информации и информации о неразличении, т.е. обратно пропорциональна общей длительности процесса решения. В третьей модели СУ обратно пропорциональна тому количеству информации о неразличении, которое накопилось в процессах сравнительного суждения, поэтому модель и получила название «взвешенного сомнения». В настоящее время авторы считают эту модель наиболее предпочтительной и занимаются ее экспериментальной проверкой (*Baranski, Petrusic*, 1997).

Отечественные психофизики провели ряд исследований внутренней психологической структуры СУ наблюдателя, проявляющейся в задачах сенсорного различения. И.В. Вайнер (1991) выделил две составляющие СУ — личностную и ситуативную — и экспериментально показал бóльшую

эффективность лиц, сочетающих высокую личностную СУ (основанную на мотивации достижения) с низкой ситуативной СУ. Качественный анализ обнаружил, что высокая эффективность деятельности таких испытуемых обеспечивалась за счет применения ими оптимальных стратегий исполнения (*там же*). Аналогичные идеи, хотя и не в контексте анализа сенсорно-перцептивных задач, развивались в исследовании В.Б. Высоцкого (2002).

В работах И.Г. Скотниковой исследовалось влияние когнитивно-стилевых особенностей субъекта на уверенность его суждений в задачах на различение зрительных стимулов. Тот факт, что бóльшая СУ свойственна импульсивным лицам (в отличие от рефлексивных), автор объясняет с точки зрения психологического содержания анализируемого когнитивного стиля (*Скотникова*, 1988, 2002а, 2003*а*, *б*). В последние годы И.Г. Скотникова проводит сравнительные исследования калибровки СУ на различных сенсорных задачах, а также кросскультурные исследования (*Скотникова*, 2002*б*; *Skotnikova*, 2000, 2001). Автором была подтверждена выраженность феномена сверхуверенности в зрительных пороговых задачах по различению длительности сигналов; установлено, что русской выборке испытуемых сверхуверенность более свойственна, чем немецкой выборке.

3.3. Экспериментальное исследование влияния активации и личностных особенностей испытуемых на динамику эффективности обнаружения порогового звукового сигнала

Цель исследования: 1) оценить характер и степень воздействия ситуационных и личностных факторов на различные показатели эффективности обнаружения порогового слухового сигнала; 2) оценить выраженность феномена «сверх- или недоуверенности» в процессе решения задачи обнаружения порогового слухового сигнала.

Замысел эксперимента и экспериментальный дизайн. Для достижения указанной цели был разработан соответству-

ющий экспериментальный план и проведен лабораторный эксперимент. *Независимые переменные* (факторы): 1) длительность эксперимента; 2) индивидуально-личностные особенности испытуемых: экстраверсия/интроверсия; импульсивность; нейротизм/эмоциональная стабильность; мотивация достижения. *Зависимые переменные* (показатели ЭОС): 1) индекс сенсорной чувствительности *d'*; 2) индекс строгости критерия принятия решения (КПР); 3) среднее время реакции (ВР); 4) показатель стабильности ВР в ходе опыта (σВР); 5) показатели уверенности решения об обнаружении сигнала; 6) показатели динамики ЭОС в ходе опыта; 7) психофизиологические показатели активации, оцененные по динамике RR-интервалов.

В общий план эксперимента не входило проведение повторных измерений с одной и той же группой испытуемых. Эксперимент был направлен на оценку разнообразных межгрупповых различий (так называемый Between-Subject Design) и исследование собственно динамики процесса решения сенсорной задачи.

По замыслу эксперимента предполагалось, что: 1) текущий уровень активации испытуемых будет изменяться на протяжении достаточно длительного и трудного опыта; 2) исходный уровень активированности будет контролироваться путем введения фактора «экстраверсия/интроверсия»; 3) влияние личностных особенностей будет контролироваться принадлежностью испытуемых к одной из полярных групп, выделяемых по соответствующим вопросникам.

Экспериментальные гипотезы:

1. Эффективность обнаружения порогового слухового сигнала будет зависеть от исходного уровня активированности испытуемого и степени изменения его активации в процессе решения задачи.

2. Эффективность обнаружения порогового слухового сигнала будет зависеть от величины усилия, направляемого испытуемым на решение задачи.

3. Стабильность эффективности обнаружения порогового слухового сигнала будет зависеть от совместного влияния (взаимодействия) факторов активированности и усилия.

3.3.1. Методика[2]

Испытуемые. В эксперименте приняло участие 65 человек в возрасте 18—30 лет (средний возраст 20 лет), 44 женщины и 21 мужчина. Испытуемые были студентами и сотрудниками разных вузов г. Москвы. За участие в опыте испытуемые получали денежное вознаграждение, складывавшееся из двух частей — основной оплаты (60 рублей) и премии по результатам работы (10—40 рублей).

Стимулы и аппаратура[3]. Для проведения опытов были созданы три одинаковые экспериментальные установки на базе IBM-совместимых персональных компьютеров Pentium II. Перед испытуемыми стояла задача обнаружения короткого звукового сигнала на фоне импульсного шума. Все стимулы были синтезированы на персональном компьютере. Для предъявления стимулов на каждом из трех компьютеров использовались стандартная звуковая карта (SB-128) и головные стереофонические телефоны (AIWA HP-X350). Перед началом эксперимента проводилась процедура отбора и отбраковки головных телефонов с целью подбора пары с одинаковыми уровнями воспроизводимого звукового давления левым и правым наушниками. Отобранные таким образом 6 пар головных телефонов воспроизводили уровень звукового давления на частоте 1000 Гц в диапазоне 80—85 дБ. Левый и правый головные телефоны в каждой паре не отличались друг от друга более чем на 1.5 дБ.

Электрические параметры выходных усилителей трех использованных звуковых плат персональных компьютеров не отличались более чем на ± 1 дБ. Таким образом, акустические параметры головных телефонов и усилителей звуковых плат были практически одинаковыми.

«Шумовая» проба представляла собой импульс «белого» шума длительностью 200 мс и интенсивностью око-

[2] Опыты проводились совместно с нашей дипломницей Е.Н. Зотовой, ст. науч. сотр. С.А. Шапкиным и науч. сотр. С.Г. Коршуновой.

[3] Стимульная парадигма являлась незначительной модификацией задачи, разработанной автором в рамках выполнения исследований совместно с К.И. Караичевым. Использованная компьютерная программа подготовлена А.В. Сыромятниковым.

ло 80 дБ (УЗД). В «сигнальной» пробе к шуму примешивалась тональная добавка 1000 Гц той же длительности. Было подготовлено несколько сигнальных стимулов, в которых интенсивность сигнальной добавки варьировалась по отношению сигнал/шум (С/Ш) от 0 дБ (обе составляющие равной интенсивности) до −20 дБ (тональная добавка меньше шума в 11.6 раза). Сигнальные и шумовые стимулы предъявлялись моноурально, в случайном порядке в левое и правое ухо. Вероятность предъявления сигнальной пробы на всем протяжении эксперимента — 0.5. Межстимульный интервал варьировался в случайном порядке от 4 до 5 секунд.

Для регистрации ответов испытуемого использовались 8-кнопочные пульты, специально разработанные для данного эксперимента (рис. 3.1). Пульты подключались к параллельному порту компьютера.

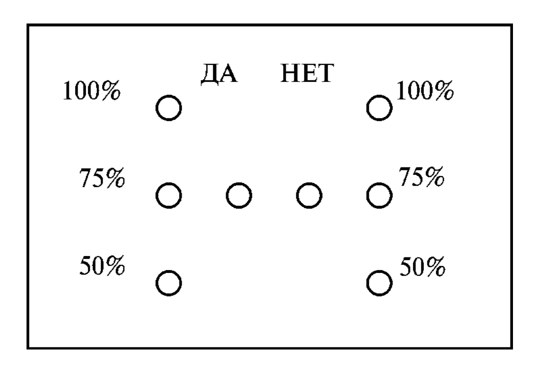


Рис. 3.1. Схема пульта для регистрации ответов испытуемого

Конструкция пульта позволяла регистрировать ВР с точностью не менее ± 1 мс. Это обеспечивалось механической конструкцией пультов: использовались кнопки ответов испытуемых (микропереключатели типа МП1-1), выпущенные одним производителем, относящиеся к одной серии выпуска и конструктивно имеющие очень маленький ход (подобные микропереключатели используются в большинстве экспериментов с регистрацией ВР). Программное обеспечение: с началом предъявления звуково-

го стимула начинался опрос порта (к которому был подключен пульт регистрации ответов) с частотой 18 295 раз в секунду, и в момент нажатия одной из кнопок значение соответствующего счетчика запоминалось.

Для регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) использовался электрофизиологический комплекс «Конан-3.0М» (фирма «Информатика и компьютеры», Москва). В комплекс входили четыре одноканальных кардиоусилителя, разработанных по оригинальной двухпроводной схеме (автор А.В. Дрожжин). Фильтр ВЧ 0.5 Гц, фильтр НЧ 30 Гц. Для подавления синфазной помехи использовался высокоселективный режекторный фильтр 50 Гц. Один из электродов фиксировался слева между пятым и шестым ребрами, другой — справа на ключице. Для регистрации использовались одноразовые неполяризующиеся Ag-AgCl электроды фирмы «Madsen» (Дания), которые дополнительно фиксировались на теле пластырем. Использовался электродный гель фирмы «Medicor» (Венгрия).

Задача испытуемого. В эксперименте реализовался психофизический метод «да/нет» (Бардин, 1979). Испытуемому предлагалось обнаруживать сигнальные стимулы, предъявлявшиеся в последовательном ряду проб вперемежку с шумовыми. Структура ответа выглядела следующим образом:

1) приняв решение о наличии/отсутствии сигнального стимула в пробе, испытуемый нажимал кнопки «ДА» или «НЕТ»;

2) затем он оценивал свою уверенность в ответе, используя три категории: уверен — «100%», не совсем уверен — «75%», не уверен — «50%». Кнопки оценки субъективной уверенности (СУ) можно было нажимать как с левой, так и с правой стороны пульта (см. рис. 3.1).

Регистрация ответов испытуемого. В каждой пробе регистрировалось время, прошедшее от начала стимула до первого и второго нажатий на кнопки. Фиксировался характер каждого ответа испытуемого: правильное обнаружение, пропуск, ложная тревога или правильное необнаружение.

Процедура. Опыты проводились в компьютерном классе факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова в днев-

ное время с группами по 2—3 испытуемых одновременно. Эксперимент состоял из ознакомительно-тренировочных серий и основной серии. Перед каждой серией испытуемые получали инструкции, способствующие максимальному проявлению мотивации достижения.

Инструкции

«Цель нашего эксперимента — изучить возможности человека по поддержанию активного внимания в течение длительного времени. Эксперимент состоит из нескольких тренировочных серий (в сумме около 40 минут) и основной серии — 1 час 10 минут. К основной серии будут допущены только те, кто успешно пройдет тренировочные серии. Вы вправе отказаться от участия в эксперименте на любом этапе.

Начинаем тренировочные серии. В конце этих серий вам надо научиться различать два коротких звуковых стимула. Один стимул называется “шум”, он обычно воспринимается как “пшик”. Второй стимул — “сигнал” — состоит из шума, к которому примешивается тональная добавка частотой 1000 Гц. Сигнал воспринимается как “пшик + пип”. Сформулируйте для себя признаки “сигнала” и “шума”: это может быть разница тона, яркость, отчетливость, звонкость или что-то другое. Послушайте, как звучит “сигнал” и как звучит “шум”. Сейчас вам будут предъявлены 20 стимулов — 10 сигналов и 10 шумов в случайном порядке. На экране будет подсказка. Сопоставьте ваши слуховые ощущения с подсказкой».

Экспериментатор демонстрирует серию № 0 (*С/Ш* = −*5 дБ, 20 проб*)

«Ощутили разницу? Теперь ваша задача — научиться правильно отвечать. Ответ состоит из двух частей: 1) как можно быстрее нажать на кнопку “да”, если был “сигнал”, и на кнопку “нет”, если был “шум”; 2) как можно быстрее оценить вашу уверенность в ответе. Кнопки для оценки уверенности находятся с обеих сторон пульта, они означают:

100% — абсолютно уверен,

75% — достаточно уверен,

50% — не уверен, 50 на 50.

Нажимайте их с той стороны, с которой вам удобнее. Нажимайте кнопки только одной рукой! Выберите для себя

оптимальный способ нажатия. Оценивайте свою уверенность как можно точнее. "Сигнал" и "шум" будут предъявляться в случайном порядке то в правое, то в левое ухо. Давайте ваш ответ вне зависимости от того, в какое ухо был подан стимул. Не старайтесь угадать, в какое ухо будет подан следующий стимул, старайтесь сосредоточиться на самом стимуле. Теперь подсказка на экране компьютера будет выглядеть иначе: после вашего ответа на экране появится слово "Правильно", если вы дали верный ответ, и "Ошибка", если ответ оказался неверным».

Экспериментатор демонстрирует серию № 1 (*−7 дБ, 20 проб*). *Определяет индекс сенсорной чувствительности d' по таблице и либо повторяет* (*если результаты плохие*)*, либо усложняет серию.*

«Вы видите ваши результаты: *P*(*Hit*) — вероятность попадания и *P*(*FA*) — вероятность ложной тревоги (т.е. когда вы отвечаете "да", но сигнала на самом деле не было). Итоговый индекс эффективности — это баланс этих показателей. По таблице можно определить, насколько хороши ваши результаты».

Экспериментатор показывает, как определять d' по таблице. Говорит, что разные цвета в таблице означают разные уровни эффективности обнаружения сигнала.

«Теперь мы будем постепенно усложнять задачу: различия между сигналом и шумом будут все меньше, и наступит момент, когда ваши ощущения будут не всегда отчетливыми, а ответы не очень уверенными. Попытайтесь в этих случаях довериться своей интуиции. Ваша задача в течение этих тренировочных серий состоит в том, чтобы выработать для себя сенсорные признаки, по которым вы будете отличать сигнал от шума: кому-то покажется, что в сигнальном стимуле есть металлический отзвук, кто-то услышит послезвучие, кому-то сигнал покажется более ярким и звонким, а шум — более глухим. Вы можете использовать любые характеристики, которые вам помогут различать сигнальные и шумовые стимулы. Пожалуйста, не забывайте оценивать свою уверенность в ответе. Чем точнее вы будете оценивать свою уверенность, тем быстрее научитесь различать сигнал и шум.

Это задание достаточно сложное, но выполнимое: большинство студентов успешно с ним справляется. Итак, главное в тренировочных сериях — сформировать отчетливый образ “сигнала” и “шума” и научиться безошибочно работать с клавишами».

Экспериментатор демонстрирует серии № 2 (*−10 дБ, 20 проб*)*, № 3* (*−15 дБ, 20 проб*)*, № 4* (*−18 дБ, 20 проб*)*, № 5* (*−20 дБ, 20 проб*).

После каждой тренировочной серии экспериментатор предлагает испытуемым оценить свои результаты по таблице. Если результат приемлемый, экспериментатор усложняет задачу, если нет — повторяет. Если испытуемый допускает много «ложных тревог», экспериментатор рекомендует: «В этой серии старайтесь отвечать “да, был сигнал” только тогда, когда очень уверены, если не уверены, отвечайте “нет”». Если испытуемый допускает много «пропусков», экспериментатор рекомендует: «В этой серии старайтесь отвечать “да” даже тогда, когда вы не очень уверены. Помните, что количество “сигналов” и “шумов” одинаково. Они перемешаны в случайном порядке. Поэтому если вам в какой-то момент будет казаться, что идут сплошные сигналы или сплошные шумы (более 4—5 подряд), то скорее всего вы ошибаетесь и надо срочно искать другой признак, который отличает сигнал от шума. Тренировка вашего внимания — это активный процесс».

Предъявляется последняя тренировочная серия — 120 проб, С/Ш=−20 дБ. Испытуемых, прошедших тренировку, отпускают на перерыв с рекомендацией посетить туалет, курящим— покурить, так как в течение 1 часа 10 минут этого нельзя будет сделать. После перерыва экспериментатор наклеивает электроды и проверяет регистрацию ЭКГ. Еще раз сообщается результат тренировочной серии. Испытуемому говорят, какую премию он получит, если сохранит этот результат, и какую — если превысит его. Например:

«Ваш результат в основной серии будет оцениваться по таблице. Таблица имеет 5 зон: белую, синюю, зеленую, желтую и красную. Белая зона соответствует среднему результату, который показывает большинство людей, синяя — результату выше среднего, зеленая — высокому, желтая — очень

высокому, красная — сверхвысокому. Если вы попадете в белую зону, то получите 60 рублей, в синюю — 60+10, в зеленую — 60+20, в желтую — 60+30, в красную — 60+40. Примите удобную позу. Во время эксперимента можете менять позу, но старайтесь делать это не очень часто».

Экспериментатор начинает основную серию — 1000 проб (−20 дБ). После эксперимента испытуемый получает деньги в соответствии с достигнутым результатом.

В перерывах между тренировочными сериями или после выполнения задания испытуемые заполняли компьютерные варианты вопросника Айзенка в адаптации В.М. Русалова (1989) и вопросника мотивации достижения Мехрабиана в адаптации С.А. Шапкина (2000). Использовалась компьютерная психодиагностическая система TestMaker. По окончании эксперимента все испытуемые заполняли бланки самоотчета.

3.3.2. Обработка данных

Все ответы испытуемого, полученные при предъявлении стимулов в разные уши, усреднялись. В качестве основных психофизических показателей обнаружения сигнала рассчитывались индекс сенсорной чувствительности d' и индекс строгости КПР β (отношение правдоподобия). Адекватность использования данных параметрических индексов, на наш взгляд, была вполне оправданна. Дело в том, что подобную задачу мы в течение многих лет применяли на практических занятиях со студентами по курсу «Общий психологический практикум». В опытах с построением кривых РХП при варьировании априорной вероятности или платежных матриц было показано, что в аналогичных стимульных условиях выполняются канонические требования ТОС — нормальность и равная вариативность распределений сенсорных эффектов (*Гусев и др.*, 1988).

Для оценки динамики процесса обнаружения в ходе опыта было проведено усреднение ответов испытуемого по 150 пробам методом скользящего среднего со сдвигом на 50 проб. Интервал в 150 проб был выбран потому, что такое количество проб является минимально необходимым для расчета

статистически достоверных значений индексов *d'* и β (см. Приложение 2). В результате были получены оценки динамики ЭОС по 18 последовательным временны́м периодам опыта.

Для расчета индексов оценки СУ использовались наиболее часто встречающиеся в современной психофизике показатели: индекс смещения уверенности ответов испытуемого — *bias* (*B*), индекс калибровки — *Cal*, индекс разрешающей способности — *Res.*

Данные обрабатывались с помощью одно- и двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) в статистическом пакете SPSS for Windows 10.0. В качестве независимых переменных (факторов) выступали: «экстраверсия» (два уровня — экстраверты и интроверты) и «мотив достижения» (два уровня — мотив достижения успеха и мотив избегания неудачи); «импульсивность» (два уровня — высокая импульсивность и низкая импульсивность); «нейротизм» (два уровня — эмоциональная лабильность и эмоциональная стабильность). Кроме основных факторных эффектов оценивалось влияние межфакторного взаимодействия. Для выделения уровней факторов сырые баллы, полученные по указанным выше шкалам вопросников, были разбиты по медиане.

При обработке данных вопросника Г. Айзенка из анализа были исключены испытуемые, у которых значения по шкале «Социальная желательность» превышали 8 стенов, так как, на наш взгляд, данные этих испытуемых нельзя считать достоверными. Этот вывод обусловлен тем, что оценки социальной желательности высокодостоверно коррелируют с оценками по шкале экстраверсии, следовательно, у людей, имеющих высокие оценки по шкале социальной желательности, оценки по шкале экстраверсии могут быть завышенными. По-видимому, это может быть обусловлено тем, что большинству молодых людей (возрастной диапазон наших испытуемых 18—25 лет) экстравертированный тип поведения кажется наиболее привлекательным (*Шапкин С.А.*, 2001, неопубликованные данные).

Таким образом, при обработке данных в качестве мер зависимых переменных выступили следующие:

1. $d'_{ср.}$ — индекс сенсорной чувствительности в целом по серии как показатель ЭОС.

2. $d'_{нач.}$ — индекс сенсорной чувствительности по первым 150 пробам как показатель исходного уровня чувствительности.

3. $\beta_{ср.}$ — индекс строгости КПР как показатель общей стратегии решения задачи.

4. $B_{ср.}$ — индекс СУ как показатель смещения ответов испытуемого в область «недоуверенности» или «сверхуверенности».

5. *Cal* — индекс калибровки СУ как показатель реалистичности оценок уверенности.

6. *Res* — индекс разрешающей способности как показатель дифференцированности СУ правильных и ошибочных ответов.

7. ВР(*Hit*) — среднее ВР на правильные обнаружения (в целом по серии) как показатель ЭОС.

8. ВР(*FA*) — среднее ВР на ложные тревоги (в целом по серии) как показатель ЭОС.

9. σВР(*Hit*) — среднеквадратичное отклонение ВР на правильные обнаружения как показатель стабильности ЭОС.

10. σВР(*FA*) — среднеквадратичное отклонение ВР на ложные тревоги как показатель стабильности ЭОС.

11. σ_*d'* — среднеквадратичное отклонение значений *d'* в ходе опыта (по 18 временны́м периодам) как показатель стабильности ЭОС.

12. σ_β — среднеквадратичное отклонение значений в ходе опыта (по 18 временны́м периодам) как показатель стабильности используемой стратегии решения задачи.

13. σ_*B* — среднеквадратичное отклонение показателей СУ ответов испытуемого в ходе опыта (по 18 временны́м периодам) как показатель стабильности СУ.

При обработке ЭКГ, выполненной в системе «Конан-3.0М», в ходе визуального анализа артефактов были исключены те участки записи ЭКГ, в которых на выделение R-зубцов повлияли движения испытуемых. Далее мы воспользовались стандартными средствами системы «Конан-3.0М» по компьютерному анализу ЭКГ. В качестве физио-

логических показателей активации, оцененных по динамике RR-интервалов в последовательности 18 трехминутных периодов опыта, были использованы следующие (*Кулаичев*, 2002):

1. Частота сердечных сокращений (ЧСС) по каждому трехминутному периоду опыта как общий показатель уровня активации вегетативной нервной системы во время опыта.

2. Среднеквадратическое отклонение длительности RR-интервалов ЭКГ ($\sigma_{R\text{-}R}$) по каждому трехминутному периоду опыта как показатель стабильности работы механизмов, обеспечивающих поддержание уровня активации вегетативной нервной системы во время опыта.

3.3.3. Анализ результатов

3.3.3.1. Общая характеристика решения испытуемыми задачи обнаружения порогового сигнала

Предложенная нами психофизическая задача — обнаружение тонального сигнала на фоне шума — была очень напряженной, трудной и утомительной для большинства испытуемых. Средняя по группе величина индекса d' равнялась 1.5, что соответствовало вероятностям правильных обнаружений (0.74±0.014) и ложных тревог (0.28±0.015). Вероятность правильных ответов, $P(C)$=0.73. Испытуемые в целом поддерживали достаточно симметричный КПР: средняя по группе величина индекса β=1.28±0.098 близка к единице. Среднее ВР на правильно обнаруженные сигналы = 1.23±0.03 с, что также говорит о высокой трудности задачи для испытуемых.

О реальной трудности задачи свидетельствуют оценки СУ испытуемых: лишь 39.4% ответов были даны с наивысшей степенью уверенности, 21% — с уверенностью «50 на 50».

В самоотчетах испытуемых после окончания 70-минутного опыта были отмечены их переживания, связанные с временной потерей сенсорного эталона, когда они в течение 10—15 проб не могли собраться и точно ответить, был

сигнал или шум, и давали ответы наугад. Испытуемые вспоминали, что им приходилось действительно напрягать свои силы и волю, чтобы доработать до конца, а «не скатиться на тактику случайного нажимания обеих кнопок, не думая о том, что же все-таки нужно делать» (из самоотчета испытуемой).

Таким образом, есть все основания полагать, что в нашем эксперименте была создана реальная ситуация проявления мотивации достижения, в отличие от многих экспериментов, в которых испытуемые решали не очень трудные и сравнительно краткосрочные сенсорные задачи.

3.3.3.2. Влияние фактора «экстраверсия»

Исходя из предположения, что степень выраженности такой индивидуально-личностной черты, как экстраверсия/интроверсия, определяет уровень активированности испытуемых, оценим влияние данного фактора на перечисленные выше показатели ЭОС. Результаты однофакторного дисперсионного анализа обнаружили влияние фактора «экстраверсия» на ряд показателей (табл. 3.1). На уровне статистической значимости ($p<0.05$): σBP(*Hit*), σBP(*FA*); на уровне тенденции ($0.05<p<0.1$): $d'_{ср.}$, σ_*d'*, σ_*B*.

Таблица 3.1

Влияние экстраверсии на показатели обнаружения сигнала: результаты дисперсионного анализа

Показатель	Интроверты	Экстраверты	F	P
$d'_{ср.}$	1.66	1.33	3.41	0.07
$d'_{нач.}$	1.78	1.65	0.53	0.47
$\beta_{ср.}$	1.29	1.16	0.39	0.53
$B_{ср.}$	0.07	0.09	0.50	0.481
Cal	0.03	0.05	2.36	0.13
Res	0.009	0.006	3.65	0.06
BP(*Hit*)	1.19	1.26	1.30	0.26
σBP(*Hit*)	0.40	0.47	5.14	0.03
BP(*FA*)	1.56	1.60	0.314	0.58
σBP(*FA*)	0.49	0.56	3.95	0.05
σ_*d'*	0.48	0.56	3.46	0.07
σ_β	0.67	0.63	0.05	0.82
σ_*B*	0.06	0.09	3.07	0.09

Примечание. F — величина F-критерия, P — уровень значимости факторного эффекта.

Таким образом, у интровертов (по сравнению с экстравертами) были выявлены: а) более высокая и более стабильная ЭОС в целом по опыту; б) более высокий уровень слуховой чувствительности; в) менее выраженные колебания уровня чувствительности в ходе достаточно длительного опыта; г) бóльшая стабильность моторных реакций (как в правильных обнаружениях, так и в ложных тревогах).

3.3.3.3. Влияние фактора «импульсивность»

Поскольку в литературе есть сведения о преимущественном влиянии «импульсивности» как фактора, отражающего в большей мере степень активированности испытуемых по сравнению с фактором «экстраверсия», рассмотрим отдельно его влияние. В результате проведенного анализа (табл. 3.2) влияние этого фактора статистически достоверно проявилось лишь в двух показателях — в строгости КПР и степени дифференцированости оценок СУ. Оказалось, что высокоимпульсивные испытуемые по сравнению с низкоимпульсивными: а) использовали более либеральный КПР ($\beta_{ср.}$=0.99) при обнаружении сигнала (у низкоимпульсивных $\beta_{ср.}$=1.53); б) имели в два раза более высокий показатель дифференцированности оценок СУ (*Res*).

Таблица 3.2

Влияние импульсивности на показатели обнаружения сигнала: результаты дисперсионного анализа

Показатель	Низко-импульсивные	Высоко-импульсивные	F	P
$d'_{ср.}$	1.42	1.57	0.68	0.41
$d'_{нач.}$	1.74	1.70	0.05	0.83
$\beta_{ср.}$	1.53	0.99	4.77	0.03
$B_{ср.}$	0.09	0.07	0.13	0.72
Cal	0.050	0.035	1.52	0.22
Res	0.005	0.01	7.01	0.01
ВР(*Hit*)	1.25	1.20	0.70	0.41
σВР(*Hit*)	0.45	0.42	1.12	0.30
ВР(*FA*)	1.51	1.49	0.06	0.81
σВР(*FA*)	0.56	0.53	0.56	0.46
σ_*d'*	0.51	0.46	1.13	0.29
σ_β	0.65	0.66	0.00	0.96
σ_*B*	0.09	0.06	2.319	0.13

Примечание. F — величина F-критерия, P — уровень значимости факторного эффекта.

3.3.3.4. Влияние фактора «нейротизм»

Влияние нейротизма проявилось лишь в одном показателе деятельности испытуемых — индексе дифференцированности оценок уверенности (*Res*): у эмоционально стабильных испытуемых этот показатель был выше (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Влияние нейротизма на показатели обнаружения сигнала: результаты дисперсионного анализа

Показатель	Эмоционально стабильные	Нейротичные	F	P
$d'_{ср.}$	1.48	1.53	0.07	0.80
$d'_{нач.}$	1.73	1.71	0.02	0.90
$в_{ср.}$	1.25	1.21	0.03	0.86
$B_{ср.}$	0.06	0.09	0.62	0.43
Cal	0.046	0.032	053	0.47
Res	0.006	0.01	4.29	0.04
ВР(*Hit*)	1.18	1.26	1.53	0.22
уВР(*Hit*)	0.41	0.45	0.82	0.37
ВР(*FA*)	1.44	1.55	1.54	0.22
уВР(*FA*)	0.53	0.56	0.50	0.48
σ_*d'*	0.52	0.52	0.00	0.97
σ_в	0.63	0.67	0.05	0.83
σ_*B*	0.06	0.06	0.06	0.80

Примечание. F — величина F-критерия, P — уровень значимости факторного эффекта.

3.3.3.5. Влияние фактора «мотивация достижения»

Результаты дисперсионного анализа выявили влияние фактора «мотивация достижения» на ряд показателей ЭОС (табл. 3.4). На уровне статистической значимости: σВР(*FA*), σ_*d'*; на уровне тенденции: σВР(*Hit*), σ_β, *Res*.

Испытуемые, мотивированные на достижение успеха, по сравнению с испытуемыми, мотивированными на избегание неудачи, показали: а) более стабильную ЭОС, что отразилось в большей стабильности как сенсорного (σ_*d'*), так и моторного (σВР(*FA*), σВР(*Hit*)) компонентов деятельности; б) менее выраженные колебания КПР, что говорит о способности более стабильно поддерживать выбранную стратегию решения задачи; в) менее дифференцированные оценки СУ.

Таблица 3.4

Влияние мотивации достижения на показатели обнаружения сигнала: результаты дисперсионного анализа

Показатель	Н-испытуемые	Д-испытуемые	F	P
$d'_{ср.}$	1.56	1.46	0.31	0.58
$d'_{нач.}$	1.67	1.76	0.29	0.59
$\beta_{ср.}$	1.32	1.14	0.81	0.37
$B_{ср.}$	0.09	0.07	0.39	0.54
Cal	0.041	0.038	0.05	0.82
Res	0.0067	0.0092	3.29	0.07
ВР(*Hit*)	1.26	1.18	1.50	0.23
σВР(*Hit*)	0.46	0.40	2.87	0.10
ВР(*FA*)	1.53	1.46	0.81	0.37
σВР(*FA*)	0.56	0.48	5.89	0.02
σ_*d'*	0.54	0.43	4.50	0.04
σ_в	0.80	0.50	3.23	0.08
σ_*B*	0.06	0.06	0.00	0.96

Примечание. Н — мотивация избегания неудачи, Д — мотивация достижения.

3.3.3.6. Совместное влияние факторов «экстраверсия» и «мотивация достижения»

В соответствии с нашими предположениями факторы «экстраверсия» и «мотивация достижения» влияют соответственно на уровень активированности и усилия испытуемых. Рассмотрим эффект их совместного влияния на показатели ЭОС.

В результате проведенного статистического анализа (MANOVA) на уровне тенденции ($0.05<p<0.1$) было выявлено влияние межфакторного взаимодействия на два анализируемых показателя — ВР(*FA*) и σ_*d'*(см. рис. 3.2). Динамика, аналогичная ложным тревогам, была отчетливо выражена и для величины ВР на правильные обнаружения, хотя этот эффект и не достиг уровня значимости. Представленные на рис. 3.2 результаты демонстрируют преимущество моторного компонента (минимальные ВР) только в одной группе испытуемых — интровертов, мотивированных на достижение успеха (Д-интроверты). Минимальная эффективность (максимальные величины ВР) была обнаружена у интровертов, мотивированных на избегание неудачи (Н-интроверты). По сенсорной стабиль-

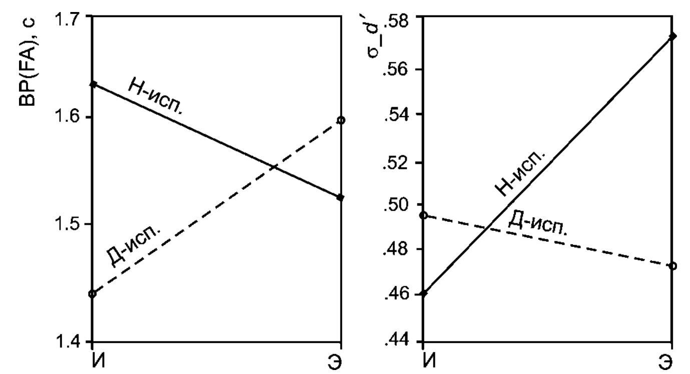


Рис. 3.2 Зависимость показателей ЭОС от эффекта взаимодействия факторов «экстраверсия» (интроверты — И, экстраверты — Э) и «мотивация достижения» (Н- и Д-испытуемые)

ности наименее успешными оказались экстраверты, мотивированные на избегание неудачи (Н-экстраверты), а остальные три группы испытуемых продемонстрировали приблизительно одинаковую стабильность.

3.3.3.7. Совместное влияние факторов «экстраверсия» и «нейротизм»

Влияние межфакторного взаимодействия «экстраверсии» и «нейротизма» проявилось на уровне явно выраженной тенденции (F=2.97, p=0.098) в изменениях лишь одного показателя — степени вариативности моторных реакций при правильном обнаружении сигналов (см. рис. 3.3). Ока-

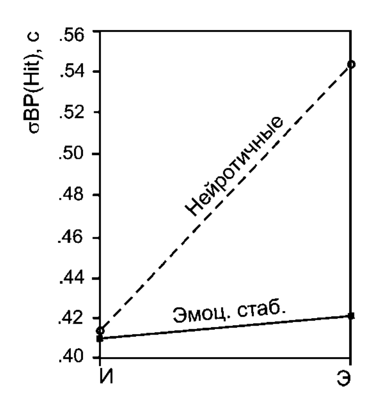


Рис. 3.3 Зависимость величины σВР(*Hit*) на правильные обнаружения от эффекта взаимодействия факторов «экстраверсия» (интроверты — И, экстраверты — Э) и «нейротизм» (эмоционально стабильные, нейротичные)

залось, что самыми неуспешными испытуемыми (максимум нестабильности ВР) были нейротичные экстраверты. Остальные три группы испытуемых показали практически одинаковую вариативность моторных реакций.

3.3.3.8. Совместное влияние факторов «мотивация достижения» и «нейротизм»

Взаимодействие двух факторов, определяющих, по нашему предположению, величину усилия, направленного на решение задачи, отразилось в изменении одного показателя — стабильности чувствительности в ходе опыта (рис. 3.4). Этот эффект, почти достигший конвенционального уровня достоверности (F=3.03, p=0.082), выразился в большей стабильности ЭОС в двух непохожих друг на друга группах испытуемых: 1) эмоционально стабильных с мотивацией достижения успеха, 2) нейротичных с мотивацией избегания неудачи. Максимально нестабильная чувствительность выявлена в группе эмоционально стабильных с мотивацией избегания неудачи.

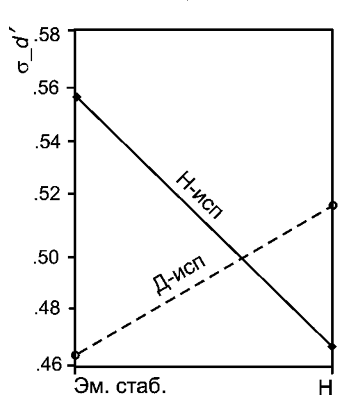


Рис. 3.4. Зависимость величины σ_d' от эффекта взаимодействия факторов «мотивация достижения» (Н-испытуемые, Д-испытуемые) и «нейротизм» (эмоционально стабильные, нейротичные)

3.3.3.9. Динамика ЭОС в ходе опыта

Как было отмечено выше, для анализа изменения ЭОС в ходе опыта были получены оценки основных показателей решения задачи по 18 последовательным временны́м периодам. Визуальный качественный анализ привел нас к выделению шести типов динамики ЭОС. Основные классифицирующие критерии: уровень оцениваемого показа-

теля (высокий, средний, низкий) и характер изменения показателя (стабильные значения, снижение к концу опыта, повышение к концу опыта, резкие колебания).

I тип (10 испытуемых) — *эффективно-стабильный* (рис. 3.5). Характеристики: а) высокий уровень эффективности (высокие значения *d'*, достаточно низкие значения ВР и σВР); б) отсутствие сильно выраженных колебаний чувствительности и ВР; в) иногда синхронные с *d'* изменения величины КПР.

II тип (12 испытуемых) — *эффективно-нестабильный*. Характеристики: а) высокая или средняя ЭОС; б) заметная вариабельность всех показателей деятельности; в) у большинства явное снижение чувствительности к концу опыта.

III тип (16 испытуемых) — *неэффективный и нестабильный*. Характеристики: а) весьма низкая ЭОС в целом при высокой вариативности показателей; б) «провалы» — достаточно продолжительные периоды снижения ЭОС, в которые резко растут ВР и количество ошибочных обнаружений.

IV тип (16 испытуемых) — *нестабильный*. Характеристика: средняя (у некоторых даже высокая) ЭОС в отдельные периоды опыта при высокой общей вариативности показателей.

V тип (7 испытуемых) — *адаптивный*. Характеристики: а) явный рост чувствительности к концу опыта от исходно низкого уровня; б) выраженная вариативность остальных показателей.

VI тип (3 испытуемых) — *неэффективно-декрементный*. Характеристика: выраженное снижение чувствительности от середины к концу опыта при синхронном изменении КПР и других показателей деятельности.

Проведя качественный анализ особенностей динамики решения сенсорной задачи, мы можем попытаться сопоставить типы динамики с личностными особенностями испытуемых. Для этого воспользуемся двумя измерениями, определяющими: 1) уровень активированности испытуемых (экстраверсия/интроверсия), 2) степень и направленность усилия, прикладываемого к решению задачи (выраженность мотивации достижения и нейротизма). Сопоставим группы испытуемых, у которых в меньшей или большей степени выражены

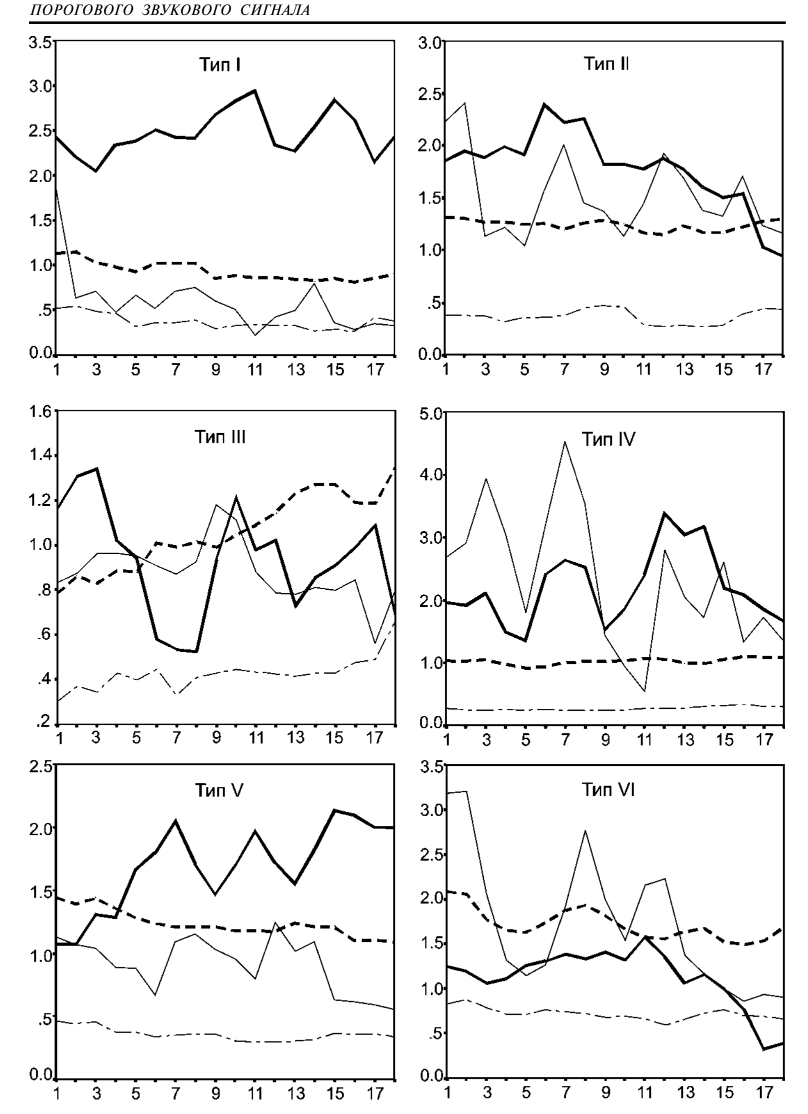


Рис. 3.5. Типы изменения показателей ЭОС в ходе опыта. Ось ординат — значение показателя обнаружения сигнала за оцениваемый временной период. Ось абсцисс — последовательность временны́х периодов опыта. *d'* — толстая сплошная, $\beta_{ср.}$ — тонкая сплошная, ВР(*Hit*) — толстая штриховая, σВР(*Hit*) — тонкая штриховая

данные личностные черты, с выделенными выше типами динамики решения задачи. Данные, приведенные в табл. 3.5, позволяют выявить несколько тенденций. Во-первых, подчеркнем, что *эффективно-стабильный* (I) тип динамики соответствует самой успешной группе испытуемых. Можно предположить, что в эту группу входят испытуемые с более высокой энергетикой, т.е. наиболее активированные и максимально сосредоточенные на задаче. Результат нашей классификации в целом подтверждает это ожидание: 90% испытуемых, показавших I тип динамики, относятся к группе исходно более активированных — интровертов. Более того, 40% из них мотивированы на достижение и эмоционально стабильны. Во-вторых, укажем, что *неэффективно-декрементный* (VI) тип соответствует самой неуспешной группе, в которой выявлены низкая ЭОС и явный декремент бдительности к концу опыта. В эту группу вошли наиболее энергетически «слабые» индивиды — нейротичные экстраверты с мотивацией избегание неудачи (67%).

Таблица 3.5

Соотношение индивидуальных особенностей испытуемых и типов динамики ЭОС (%)

Индивидуальные особенности испытуемых			Типы динамики					
			I	II	III	IV	V	VI
Интроверты	Н	Эмоционально стабильные	20.0	7.7	16.7	6.7	–	–
		Нейротичные	30.0	23.1	11.1	26.7	16.7	–
	Д	Эмоционально стабильные	40.0	7.7	16.7	6.7	–	–
		Нейротичные	–	15.4	5.6	13.3	16.7	–
Экстраверты	Н	Эмоционально стабильные	10.0	–	11.1	20.0	–	–
		Нейротичные	–	23.1	11.1	20.0	–	66.7
	Д	Эмоционально стабильные	–	7.7	27.8	6.7	66.7	33.3
		Нейротичные	–	15.4	–	–	–	–

Примечание. Н — группа испытуемых с выраженной мотивацией избегания неудачи, Д — группа испытуемых с мотивацией достижения успеха.

Кроме того, стоит обратить внимание на группу испытуемых, показавших *нестабильный* (IV) тип динамики, для которого характерны значительные колебания ЭОС относительно достаточно высокого среднего уровня. В этой группе очень мало (всего 13.4%) испытуемых с сочетанием черт, обеспечивающих стабильность усилия, прикладываемого к задаче, т.е. лиц эмоционально стабильных и мотивированных на достижение успеха, но достаточно много (46.7%) испытуемых нейротичных и мотивированных на избегание неудачи.

В остальных трех случаях нам не удалось выделить какие-либо закономерные соответствия типа динамики и специфических личностных черт.

3.3.3.10. Феномен «сверх- или недоуверенности»

В литературе последних лет интенсивно обсуждается вопрос о выраженности феномена «сверх- или недоуверенности» как при решении различных сенсорных задач, так и в других ситуациях неопределенности. Кратко опишем полученные нами результаты по оценке этого феномена. Для количественной оценки смещения СУ в ответах испытуемого мы использовали стандартный показатель *Bias*. Анализ гистограммы распределения величин этого индекса (рис. 3.6) показал явный сдвиг СУ в сторону положитель-

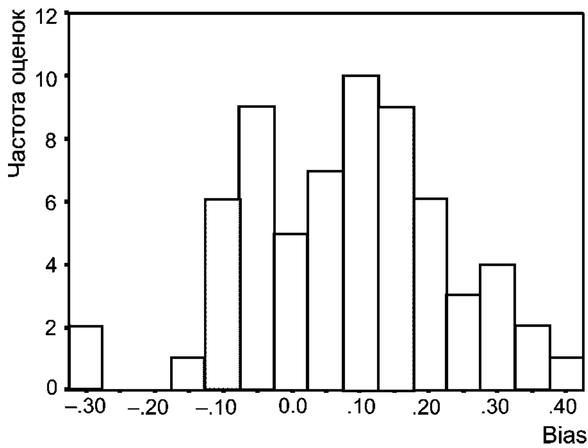


Рис. 3.6. Гистограмма распределения оценок смещения уверенности (СУ) по группе испытуемых

ных значений — *сверхуверенности*. Более 70% всех оценок оказались положительными, т.е. большинство испытуемых явно переоценивало свою уверенность в правильности обнаружения сигнала.

3.3.3.11. Связь динамики ЭКГ-показателей активации с изменением ЭОС в ходе опыта

Для синхронизации во времени поведенческих и физиологических показателей деятельности испытуемого весь период опыта был разбит на ряд трехминутных отрезков, в которые в ходе опыта последовательно регистрировалась ЭКГ. Далее, используя в процессе обработки метод «скользящего среднего», мы получили усредненные показатели ЭОС по 155 пробам со сдвигом на 3 минуты (или 39 проб). Таким образом, динамика анализируемых показателей оценивалась по последовательности 26 трехминутных интервалов. Проведенная нами оценка погрешности синхронизации поведенческих и электрофизиологических реакций показала, что возможная неточность не превышала ±1 пробу, что мы сочли вполне приемлемым для анализа результатов.

Сначала опишем связь физиологических показателей активации и поведенческих индексов обнаружения сигнала в целом по группе из 50 испытуемых[4]. В табл. 3.6 пред-

Таблица 3.6

Связь между поведенческими и ЭКГ-показателями по группе в целом: результаты корреляционного анализа

Показатели ЭОС	ЭКГ-показатели	
	ЧСС	$у_{R-R}$
d'	0.25***	–0.19***
β	0.20***	–0.17***
ВР(*Hit*)	–0.10**	–0.05
уВР(*Hit*)	–0.15***	0.11**

Примечание. *** — коэффициент корреляции значим на уровне р<0.0005, ** — коэффициент корреляции значим на уровне р<0.001.

[4] Качественную ЭКГ на протяжении всего опыта удалось зарегистрировать только у 50 из 65 испытуемых. Остальные данные были исключены из анализа результатов.

ставлены результаты корреляционного анализа. По группе в целом рассчитывались коэффициенты линейной корреляции (по Пирсону) между основными показателями ЭОС (d', β, ВР(*Hit*), σВР(*Hit*)) и двумя ЭКГ-показателями активности вегетативной нервной системы — частотой сердечных сокращений (ЧСС) и величиной вариативности RR-интервалов ($\sigma_{R\text{-}R}$).

Результаты корреляционного анализа: 1) в среднем по группе испытуемых выявлена достоверная связь между изменениями поведенческих показателей и показателей активации вегетативной нервной системы в ходе опыта; 2) рост индекса чувствительности d' и строгости КПР сопровождается ростом ЧСС и снижением $\sigma_{R\text{-}R}$ ($p<0.001$); 3) рост ВР и σВР на правильные обнаружения сопровождается снижением ЧСС ($p<0.001$). Вариативность ВР изменялась в том же направлении, что и динамика кардиоинтервалов ($p<0.001$). Следовательно, и сенсорный и моторный компоненты деятельности испытуемых закономерно изменялись при изменениях активации вегетативной нервной системы. Интересно, что в целом по группе увеличение индекса чувствительности было связано с ростом строгости КПР ($r=0.29$, $p<0.0005$).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о наличии определенной взаимосвязи между динамикой ЭОС в пороговой задаче и изменениями активации вегетативной нервной системы. Основная тенденция такова: с повышением активации растет ЭОС. Кроме того, в более стабильные периоды активности вегетативной нервной системы (снижение $\sigma_{R\text{-}R}$) наблюдалась и бóльшая ЭОС.

Интерындивидуальный корреляционный анализ выявил лишь самую общую тенденцию в совместной динамике показателей деятельности и активации. Поэтому было решено рассмотреть особенности совместной динамики поведенческих и физиологических показателей у каждого испытуемого. С этой целью мы рассчитали 50 индивидуальных корреляционных матриц и провели качественный *интраиндивидуальный* анализ, направленный на выделение наиболее характерных типов совместной динамики поведенческих и физиологических показателей (см. п. 3.3.3.9).

Основные классифицирующие критерии — характер и величина корреляционной связи между показателями деятельности (изменения чувствительности, КПР, ВР, вариативность моторных ответов) и ЭКГ-показателями (ЧСС и стабильность сердечного ритма).

Интраиндивидуальный анализ данных позволил четко выделить три характерных типа совместной динамики поведенческих и физиологических показателей.

Первый тип, представленный самой большой группой испытуемых (31 человек), характеризовался содружественным ростом ЭОС и активации. У 18 испытуемых выявлена высокодостоверная корреляция ЭКГ-показателей с индексами сенсорного (*d'*) и моторного (ВР(*Hit*), σВР(*Hit*)) компонентов, у 13 испытуемых — корреляция либо с тем, либо с другим показателем (табл. 3.7). Этот тип в целом соответствует общегрупповой тенденции (ср. табл. 3.6). Однако обращают на себя внимание значительно более высокие корреляции показателя *d'* с обоими показателями активации вегетативной нервной системы — ЧСС (0.43 против 0.25) и $\sigma_{R\text{-}R}$ (0.26 против 0.19), а также рост связи показателей σВР(*Hit*) и $\sigma_{R\text{-}R}$ (−0.21 против −0.15). Таким образом, проведя усредненный анализ более однородной группы испытуемых, мы подчеркнули важную тенденцию, проявившуюся даже на общегрупповых данных — содружественный рост активации и ЭОС.

Таблица 3.7

Первый тип взаимосвязи между поведенческими и ЭКГ-показателями: результаты корреляционного анализа

Показатели ЭОС	ЭКГ-показатели	
	ЧСС	у$_{R\text{-}R}$
d'	0.43***	–0.26***
в	0.19***	–0.10*
ВР(*Hit*)	–0.15**	–0.054
уВР(*Hit*)	–0.21***	0.10*

Примечание. *** — коэффициент корреляции значим на уровне $p<0.0005$, ** — коэффициент корреляции значим на уровне $p<0.001$, * — коэффициент корреляции значим на уровне $p<0.05$.

Для описанного типа испытуемых, как и для всех испытуемых в целом, характерна позитивная корреляция меж-

ду *d'* и β (r=0.32, p<0.001). Это значит, что во время опыта увеличению чувствительности соответствовало повышение строгости КПР, проявлявшееся в снижении количества ложных тревог.

Второй тип (14 испытуемых) характеризовался противоположным *первому* паттерном взаимосвязи между поведенческими и физиологическими показателями (табл. 3.8). Однако подчеркнем, что только у 4 испытуемых выявлена высокодостоверная корреляция ЭКГ-показателей с индексами сенсорного (*d'*) и моторного (ВР(*Hit*), σВР(*Hit*)) компонентов одновременно, а у остальных 10 испытуемых — корреляция только с величиной и вариативностью ВР. Своеобразие *второго типа* взаимосвязи и противоположность его паттерна паттерну *первого типа* в том, что периоды повышенной ЭОС совпадали во времени с периодами снижения активации. По показателям ВР это заметно контрастирует с общегрупповой тенденцией (например, для ВР(*Hit*): r=0.50 против −0.1) (ср. табл. 3.6). Необходимо особо подчеркнуть, что такая взаимосвязь в большей степени отразилась в показателях моторного компонента, нежели в динамике чувствительности.

Таблица 3.8

Второй тип взаимосвязи между поведенческими и ЭКГ-показателями: результаты корреляционного анализа

Показатели ЭОС	ЭКГ-показатели	
	ЧСС	у$_{R-R}$
d'	0.09	–0.02
в	0.13**	–0.21***
ВР(*Hit*)	0.50***	–0.32***
σВР(*Hit*)	0.36***	0.20**

Примечание. *** — коэффициент корреляции значим на уровне p<0.0005, ** — коэффициент корреляции значим на уровне p<0.001.

Для *второго типа* взаимосвязи поведенческих и физиологических показателей (как и для *первого*) характерна высокодостоверная положительная корреляция (r=0.27, p<0.0001) между *d'* и β, т.е. содружественный рост чувствительности и строгости КПР.

В третьей группе испытуемых (4 человека) значимая корреляционная связь между поведенческими и физиологическими показателями не выявлена.

Одного испытуемого не удалось отнести ни к какому из выделенных выше типов, так как у него взаимосвязь индексов ЭОС и ЭКГ-активации была достаточно парадоксальной: рост ЭОС сопровождался по одним показателям увеличением, а по другим — снижением активации.

Таким образом, можно заключить, что проведенный нами корреляционный анализ выявил достоверную связь между показателями ЭОС и активации вегетативной нервной системы. Основная тенденция такова: периоды повышенной ЭОС совпадают с периодами повышенной активации. У части испытуемых (14 человек из 50) выражен противоположный паттерн реагирования: повышению сенсорной способности (чувствительности), быстроты и стабильности моторных реакций сопутствует снижение активации, причем в основном снижение активации наблюдается только в периоды ускорения моторных реакций.

В соответствии с представлением о существовании инвертированной U-образной зависимости эффективности деятельности от уровня активации (см.: *Айзенк*, 1999; *Revelle, Humphreys*, 1983) можно предположить, что выделенный нами *второй тип взаимосвязи* характерен для испытуемых с изначально высоким уровнем активации, снижаемым в целях оптимизации процесса решения сенсорной задачи. Эти исходно высокоактивированные испытуемые, по нашему предположению, должны были быть интровертами с высоким уровнем нейротизма. Однако эта гипотеза не подтвердилась: среди испытуемых, продемонстрировавших *второй тип* взаимосвязи, в равной пропорции присутствовали и экстраверты, и интроверты, и эмоционально стабильные, и нейротичные.

Можно также предположить, что у этих испытуемых был более высокий уровень ситуационной активации перед началом опыта. Подтверждением этого мог бы служить более высокий уровень ЭКГ-активации у этой группы испытуемых, оценивавшийся как фоновый до начала опыта. Однако это предположение также не подтвердилось. На-

против, у испытуемых с *первым типом* взаимосвязи ЧСС до опыта была значимо выше (t-критерий, $p<0.05$), чем у испытуемых со *вторым типом* взаимосвязи (82 удара в минуту против 72). Этот результат, на наш взгляд, противоречит гипотезе о возможном объяснении причин повышения ЭОС на фоне снижения активации вегетативной нервной системы.

3.3.4. Обсуждение

3.3.4.1. Влияние активации на ЭОС

Интерындивидуальный анализ полученных результатов в целом подтвердил гипотезу о влиянии уровня активированности испытуемых на ЭОС. Группа интровертов (более активированных) показала бóльшую эффективность по сравнению с группой экстравертов (менее активированных). Преимущество интровертов проявилось как в сенсорном, так и в моторном компонентах решения задачи. Главным образом (т.е. максимально достоверно) это преимущество выразилось в большей стабильности их моторных реакций на протяжении достаточно длительного и трудного опыта.

Оценки уверенности в собственных ответах, даваемые интровертами в ходе опыта, были более стабильными, т.е. эти испытуемые продемонстрировали бóльшую однородность своих решений по поводу обнаружения сигнала. Рассматривая функцию СУ в качестве внутренней обратной связи, определяющей готовность человека к приему и переработке информации (*Забродин*, 1976; *Конопкин*, 1973), можно предположить, что интроверты показали более высокую стабильность своей готовности к решению сложной и напряженной сенсорной задачи в ситуации высокой информационной неопределенности.

Более высокий уровень сенсорной способности в группе более активированных испытуемых (интровертов) может служить доказательством привлечения большего объема когнитивных ресурсов, направляемых на решение задачи (*Kahneman*, 1973). Не менее важный показатель сенсорной

способности — стабильность поддержания уровня чувствительности на протяжении 70-минутного опыта, т.е. способность выдерживать достаточно высокую нагрузку, обусловленную вынужденным темпом предъявления стимулов и их пороговым характером. Интроверты продемонстрировали меньшую вариативность чувствительности в целом. Следовательно, у них было меньше «провалов» и в меньшей степени проявился так называемый «декремент бдительности» (систематическое снижение ЭОС к концу опыта). Качественный анализ *интраиндивидуальной* динамики основных показателей ЭОС в опыте выявил, что самому результативному типу динамики, названному нами *эффективно-стабильным*, соответствовала выборка испытуемых именно из группы интровертов, а самому нерезультативному (V тип динамики) — выборка из группы экстравертов.

Полученные нами результаты хорошо соответствуют предположению Е.З. Фришман, что индивидуальными особенностями испытуемых обусловливаются не единичные показатели ЭОС (чувствительность и КПР), а *величины их изменения*, которые в большей степени выражены у исходно низкоактивированных лиц (экстравертов) в сравнении с исходно высокоактивированными — интровертами (*Фришман*, 1981, 1987).

Интраиндивидуальный анализ взаимосвязи динамики показателей ЭОС и физиологических показателей активации вегетативной нервной системы в ходе опыта выявил, что в среднем по группе испытуемых в течение опыта имели место их содружественные (однонаправленные) изменения. На наш взгляд, эти результаты можно рассматривать как свидетельство зависимости эффективности решения сенсорной задачи от актуального уровня активации испытуемых. Кроме того, бóльшая часть испытуемых показала однозначный и очень характерный паттерн изменений — рост ЭОС в периоды повышенной активации вегетативной нервной системы. Тем не менее нельзя не отметить, что некоторые испытуемые продемонстрировали противоположный паттерн взаимосвязи поведенческих показателей и физиологических индексов активации. В литературе многократно отмечен факт значительных инди-

видуальных различий в динамике активации (см., напр.: *Данилова*, 1991; *Van der Molen et al.*, 1985), но мы не смогли содержательно проинтерпретировать этот паттерн. По-видимому, он требует дальнейшего исследования.

По нашему мнению, результаты исследования четко и однозначно свидетельствуют в пользу того, что фактор активированности (одной из базовых индивидуально-личностных характеристик) позитивно влияет на ЭОС в пороговой задаче. Наши результаты хорошо согласуются с предсказаниями активационной теории Г. Айзенка (1999). Анализ ситуационной динамики физиологических показателей активации также подтверждает тезис о роли активационного фактора в регуляции деятельности. Наши результаты, по-видимому, могут свидетельствовать в пользу доказательства простого, но очень емкого положения о роли индивидуальных различий в энергетическом обеспечении деятельности человека.

В нашем эксперименте не выявились какие-либо систематические изменения в положении КПР в зависимости от базового уровня активированности испытуемых (от выраженности у них экстраверсии или интроверсии). В целом по группе не установлена связь между предпочтением более строгого или более либерального КПР и исходно большей или меньшей активированностью испытуемых. Тем не менее вряд ли справедливо говорить об абсолютной независимости стратегий обнаружения порогового сигнала от степени активированности испытуемых. Так, качественный анализ динамики основных индексов ЭОС показал, что I типу динамики (*эффективно-стабильному*) соответствуют более либеральный КПР и минимальная его вариабельность. Как отмечалось выше, такой тип динамики был выявлен только в группе интровертов, т.е. более активированных испытуемых. С другой стороны, VI типу динамики (*неэффективно-декрементному*) соответствует высокая вариабельность КПР в ходе опыта и бóльшая его строгость; причем все 100% испытуемых, показавших этот тип динамики, относились к группе экстравертов. Эти данные также согласуются с выводом Е.З. Фришман (1981, 1987) о большей вариабельности индексов КПР у экстравертов.

Вместе с тем при изменении в ходе опыта уровня активации, оцененного по ЭКГ-показателям, у подавляющего большинства испытуемых наблюдалось использование более строго КПР именно в периоды повышения активации. Этот результат не противоречит изложенным выше данным об изменении строгости КПР, поскольку можно говорить о двух совершенно разных феноменах, отражающих изменения процесса принятия решения об обнаружении сигнала. С одной стороны, исходно более активированные испытуемые (интроверты) могут использовать менее строгий (либеральный) КПР по сравнению с менее активированными (экстравертами), т.е. речь идет об *уровне* КПР. С другой стороны, рассматривая процесс решения сенсорной задачи в динамике, можно констатировать, что при изменении активации вегетативной нервной системы этот уровень *флуктуирует*. Нами установлено, что направление флуктуации КПР прямо пропорционально изменению уровня активации: чем выше активация, тем строже КПР. Таким образом, использование *интерындивидуального* и *интраиндивидуального* типов анализа позволило нам не только рассмотреть возможный механизм уровневых изменений КПР, но и выявить характерную детерминацию его флуктуаций.

Анализ эффективности решения сенсорной задачи высоко- и низкоимпульсивными испытуемыми не показал какой-либо отчетливой зависимости основных показателей ЭОС (d', ВР, σВР) от уровня импульсивности. Поэтому нам представляется преждевременным говорить о том, что природная активированность испытуемого преимущественно отражается в этой индивидуально-личностной характеристике, а не в общепринятом измерении — экстраверсии/интроверсии. Выявленные нами различия в показателях принятия решения (импульсивные испытуемые использовали более либеральный КПР и демонстрировали более дифференцированные оценки СУ) в целом соответствуют данным о динамике строгости КПР и оценки СУ, полученным И.Г. Скотниковой (1988, 1990, 2003) в рамках изучения влияния на решение зрительной пороговой задачи такой когнитивно-стилевой особенности испытуемых, как импульсивность/рефлективность.

3.3.4.2. Влияние усилия на ЭОС

В нашем исследовании степень усилия, направляемого испытуемым на решение сенсорной задачи, оценивалась через выраженность мотивации достижения и эмоциональной стабильности.

Мы предположили, что испытуемые, мотивированные на достижение успеха (Д-испытуемые), по сравнению с испытуемыми, мотивированными на избегание неудачи (Н-испытуемыми), будут более эффективно решать трудную и длительную сенсорную задачу. В целом наше предположение подтвердилось: как сенсорные, так и моторные показатели ЭОС были выше в группе Д-испытуемых. Подчеркнем, что это преимущество Д-испытуемых особенно значимо проявилось именно в показателях стабильности деятельности в ходе достаточно длительного опыта: чувствительности (σ_*d'*), КПР (σ_β) и ВР (σВР(*FA*), σВР(*Hit*)).

Другим подтверждением зависимости стабильности ЭОС от степени усилия могут служить результаты качественного анализа динамики показателей ЭОС. Так, 70% группы, продемонстрировавшей самый стабильный тип динамики (*эффективно-стабильный*), составляли испытуемые, мотивированные на достижение (40%) и/или эмоционально стабильные (30%). Противоположный тип динамики, названный нами *нестабильным*, был характерен для совершенно другого профиля личностных диспозиций: лишь 13.4% всех испытуемых принадлежали к группе мотивированных на достижение и эмоционально стабильных, а подавляющая часть остальных (71.4%) была отнесена к группе мотивированных на избегание неудачи, причем около 50% испытуемых этой группы были эмоционально нестабильными (нейротичными). Можно обратить внимание и на V тип динамики, названный нами *адаптивным*. Он характеризовался общим увеличением ЭОС к концу опыта (или инверсией «декремента бдительности»), редко наблюдаемым в подобных экспериментах. 67% испытуемых, показавших этот тип динамики, были и эмоционально стабильными, и мотивированными на достижение успеха, т.е. можно полагать, что они прилагали максимальное усилие к решению задачи.

Эти результаты свидетельствуют в пользу нашей гипотезы о влиянии усилия на показатели стабильности решения сенсорной задачи. Фактически при приложении бóльших усилий испытуемые демонстрируют меньшую вариативность не только показателей своей сенсорной способности, но и способности поддерживать выбранную стратегию решения задачи. Полученные результаты в целом соответствуют литературным данным (напр.: *Вайнер*, 1991).

Кроме того, было установлено, что испытуемые, прилагавшие больше усилий к решению задачи (эмоционально стабильные с выраженной мотивацией достижения), давали более дифференцированные оценки СУ. Последнее нашло выражение в более высоких величинах индекса разрешающей способности (*Res*) в группе мотивированных на достижение. Поскольку этот показатель характеризует способность субъекта более точно разграничивать свои суждения по степени уверенности, то полученный результат может свидетельствовать о его более глубокой включенности в решение задачи. К сожалению, в литературе пока недостаточно данных для того, чтобы предположить, с чем больше связан рост степени дифференцированности оценок СУ — с большей дифференцированностью сенсорных эффектов, отображающихся в сенсорное пространство в результате стимульных воздействий, или с бóльшим разнообразием пространства принятия решения.

Соотнося мотивацию достижения и оценки СУ, мы фактически соотносим личностную и ситуационную составляющие уверенности (*Вайнер*, 1991; *Высоцкий*, 2002). Таким образом, в нашем эксперименте высокая личностная уверенность, которую И.В. Вайнер (1990, 1991) совершенно справедливо связывает с мотивацией достижения, соответствует более высокому показателю ситуационной уверенности. Этот вывод (хотя и не совсем прямо) противоречит выводу ряда авторов (по: *Высоцкий*, 2002) о том, что испытуемые с выраженной мотивацией достижения показывают значительно худшую калибровку по сравнению с теми, у которых выражена мотивация избегания неудачи. По-видимому, данное несоответствие обусловлено не только большим различием в задачах, решавшихся

испытуемыми, но и использованием различных индексов калибровки.

3.3.4.3. Взаимодействие активации и усилия в регуляции сенсорного процесса

В соответствии с нашей гипотезой можно было ожидать, что самыми эффективными в обнаружении сигнала будут те испытуемые, которые наиболее активированы и способны приложить максимум усилия к успешному решению задачи. Полученные результаты в целом подтвердили нашу гипотезу. По стабильности сенсорного компонента (σ_*d'*) наименее успешными оказались испытуемые, менее активированные и менее способные к приложению усилия — экстраверты, мотивированные на избегание неудачи. Максимальную моторную эффективность (минимальные ВР на ложные тревоги) показали испытуемые, наиболее активированные и мотивированные на достижение. Самыми неуспешными (максимум нестабильности ВР на правильные обнаружения) были нейротичные экстраверты.

Соотнесение результатов качественного анализа динамики основных показателей ЭОС с индивидуальными особенностями испытуемых также подтверждает выдвинутое предположение. Так, группа испытуемых, показавшая *максимальную* ЭОС (*эффективно-стабильный* тип динамики), состояла преимущественно из тех, кто имел ожидавшееся нами сочетание личностных диспозиций: 40% эмоционально стабильных и мотивированных на достижение интровертов; в эту группу не вошел ни один испытуемый с противоположным профилем диспозиций — нейротичный и мотивированный на избегание неудачи экстраверт. По контрасту с этим типом динамики тип, которому соответствовала *минимальная* ЭОС, имел качественно иной состав испытуемых: $^2/_3$ испытуемых этой группы были нейротичными и мотивированными на избегание неудачи экстравертами, т.е. в этой группе выражено крайнее сочетание минимальной активированности и минимального усилия.

Глава 4
Решение задач обнаружения звукового сигнала в особых условиях

4.1. Специфика решения сенсорных задач в особых условиях деятельности (обзор литературы)

4.1.1. Проблема моделирования особых условий деятельности человека

Особенностью многих профессий является работа в *необычных* условиях, предъявляющих к человеку повышенные требования. Среди подобных условий: определенная опасность для жизни, высокая психологическая цена деятельности, большая ответственность за принимаемые решения, неблагоприятные воздействия внешней среды, монотонность работы, значительные изменения функциональных состояний (ФС) и др. (*Гримак, Пономаренко*, 1982; *Дикая*, 2003; *Забродин, Зазыкин*, 1985; *Завалова, Пономаренко*, 1973). В таких условиях осуществляется профессиональная деятельность не только космонавтов, летчиков, военных операторов, но и машинистов локомотива, диспетчеров или операторов энергосистем.

В психологической литературе *необычные* условия называют также *экстремальными, особыми, затрудненными, ненормальными, стрессогеннными* и т.п., имея в виду, что в ходе деятельности возникают или постоянно действуют факторы, требующие от человека повышенного уровня работоспособности, без которого его деятельность не может осуществляться эффективно. Например, В.Д. Небыли-

цын отмечал: «Экстремальными, или чрезвычайными условиями будем называть предельные, крайние значения тех элементов ситуации, которые в своих средних значениях создают оптимальный “фон” или, по крайней мере, не ощущаются как источник дискомфорта» (1964, с. 360). Многие авторы характеризуют экстремальные условия как такие воздействия, которые приводят человека в состояние динамического рассогласования — нарушения адекватности физиологических и поведенческих реакций (*Гримак, Пономаренко*, 1982; *Леонова, Медведев*, 1981). Другие авторы, изучавшие деятельность человека-оператора в особых и экстремальных условиях, связывают их с возникновением специфических ФС (*Гримак, Пономаренко*, 1982; *Дикая*, 1985, 2003), с появлением психической напряженности (*Платонов*, 1981; *Хачатурьянц и др.*, 1976).

Для эмпирического изучения деятельности человека в особых или экстремальных условиях обычно используют одну из двух возможностей: либо проводят исследование в ходе реальной деятельности, либо моделируют эти условия в квазинатурном эксперименте. Провести комплексное психологическое исследование в естественных условиях (например, в аварийной ситуации) весьма затруднительно. Поэтому основные усилия исследователей направлены на создание особых или экстремальных условий в обычной операторской деятельности. Следует отметить, что целенаправленное и адекватное моделирование этих условий сопряжено с большими методическими трудностями, поскольку в лаборатории (пусть даже на реальных тренажерах) очень не просто создать условия, идентичные реальной жизни. Тем не менее, на наш взгляд, метод моделирования особых условий и экстремальных ситуаций, аналогичных тем, которые имели место в реальной практике, заслуживает самого пристального внимания в силу возможности проведения надежных, экологически валидных экспериментальных исследований.

Нередко при выполнении особо важных или неотложных работ трудовая деятельность человека *должна* происходить в условиях нарушения привычного ритма труда и отдыха. Л.Г. Дикая, известный специалист в области исследо-

вания операторской деятельности в особых условиях, выделяет три разновидности этих нарушений: «увеличение периода бодрствования и уменьшение периода сна; полное лишение сна более чем на 24 часа; изменение привычной ритмичности сна и бодрствования в связи со сменной или вахтовой работой» (*Дикая*, 1987, с. 5). Одним из продуктивных методических приемов моделирования особых условий является режим непрерывной деятельности (РНД) в течение 24—96 часов (*Богдашевский и др.*, 1983; *Дикая*, 1987; *Хачатурьянц и др.*, 1976; *Kanas, Manzey*, 2003). В этом режиме испытуемые выполняют различные виды операторской деятельности в условиях полного лишения сна, при частичной сенсорной и коммуникативной депривации, в ограниченном пространстве экспериментального стенда или лабораторного помещения, а также проходят медицинское и психологическое обследования. С психологической точки зрения моделируемая таким путем необычная ситуация весьма сходна с реальной деятельностью человека-оператора, попавшего в аварийную ситуацию и пытающегося срочно ликвидировать ее последствия. Исследования показали, что особые условия РНД вызывают у человека характерные изменения функционального состояния и показателей эффективности деятельности, сходные с теми, которые наблюдались в реальных аварийных ситуациях (*Богдашевский и др.*, 1983; *Епишкин*, 1979; *Зараковский, Ступницкий*, 1987; *Лебедев*, 2000; *Хачатурьянц и др.*, 1976). Другая часто используемая модель особых условий — это многосуточный эксперимент: испытуемые (экипаж) в течение длительного времени (15, 30, 60 и более суток) работают в замкнутом пространстве экспериментального стенда. Очень часто в рамках такого длительного эксперимента проводится несколько одно-, двух- или трехсуточных РНД или вводится определенное ограничение сна. Многие авторы подчеркивают, что моделируемые таким образом особые условия адекватны условиям длительных комических полетов, многодневных экспедиций, когда вынужденное нарушение циркадного ритма может привести к явлениям десинхроноза как обязательного компонента общего адаптационного синдрома (*Алякринский*, 1975; *Герд*, 1975; *Макаров*, 1989).

При решении таких вполне экологически валидных и весьма актуальных в области авиационной и космической психологии задач особое значение приобретает проблема предсказания изменения эффективности познавательной деятельности в различных условиях, «проигрывание» разных вариантов решения человеком сенсорных задач, связанных с обнаружением/различением сигналов в ситуации неопределенности.

4.1.2. Изменение показателей ЭОС в особых условиях

В литературе приводится мало данных о строгих психофизических измерениях динамики ЭОС, позволяющих раздельно оценить изменение сенсорной чувствительности и КПР. К сожалению, исследователи не всегда детально прослеживают динамику собственно сенсорного процесса, а ограничиваются лишь пороговыми измерениями, что, естественно, не дает возможности разделить вклады двух указанных показателей в общую эффективность решения сенсорной задачи.

В работах Ю.М. Забродина и его коллег (*Забродин*, 1976; *Забродин и др.*, 1979) особые условия моделировались с помощью РНД: хорошо тренированные испытуемые обнаруживали акустические сигналы на фоне «белого» шума в течение 2,5 или 6 часов непрерывной работы[1]. Анализ результатов показал наличие периодических изменений индексов чувствительности и КПР. Средний период повышения и снижения сенсорной способности лежал в пределах 25—35 минут. Авторы предположили, что причиной такой нестабильности являются флуктуации, внутренне присущие сенсорному процессу.

В работах, выполненных под руководством Ю.М. Забродина, приводятся результаты длительных изменений работоспособности операторов-наблюдателей во время 30-

[1] Отметим, что решение пороговой задачи даже в обычном эксперименте длительностью 45—60 минут с двумя перерывами представляет для человека большую трудность и требует поддержания повышенной бдительности.

суточного эксперимента (*Забродин и др.*, 1979; *Носуленко, Пахомов*, 1978). Испытуемые находились в изолированном от окружающей среды экспериментальном стенде в условиях частичной сенсорной и коммуникативной депривации с перерывами на сон и отдых. Анализируя эксперимент в целом, авторы отмечали выраженную тенденцию к стабилизации (уменьшению вариабельности) ЭОС от опыта к опыту при небольшом общем снижении ее на протяжении 30 суток. Способ усреднения результатов не позволил им выявить более мелкие флуктуации, но тем не менее на общем фоне стабилизации ЭОС явно выделялись периоды повышения или снижения чувствительности и смещения КПР. Авторы также отметили асинхронный характер изменений этих показателей. К сожалению, в их задачу не входило детальное изучение возможных причин наблюдавшейся динамики (например, хода адаптации к условиям эксперимента, индивидуальных различий испытуемых, изменений ФС и т.д.).

Результаты, полученные в трехсуточном эксперименте в условиях РНД, также демонстрируют нестабильность эффективности обнаружения слабых тональных сигналов на фоне шума (*Пахомов, Шаповалов*, 1980). Из приведенных авторами данных видно, что все испытуемые значительно снизили ЭОС к концу эксперимента. Однако различные показатели ЭОС менялись неодинаково. Наиболее быстро и значительно изменялись индексы β и σВР. В то же время индекс чувствительности и среднее ВР снижались позже и в меньшей степени. Авторы заключают, что регулятивная подсистема сенсорного процесса менее устойчива к воздействию особых условий деятельности, чем когнитивная.

Ряд исследований посвящен специальному изучению особенностей динамики работоспособности оператора, решавшего сенсорную задачу в течение трехсуточного РНД. В работе Е.А. Иванова (1980) показано, что в пределах одних суток наблюдается выраженная цикличность в уровне работоспособности оператора-наблюдателя; на протяжении трех суток отмечалось заметное снижение эффективности деятельности. В работе В.Г. Волкова, А.К. Епишкина

и В.А. Шиловой (1980) установлено, что на протяжении 72-часового бодрствования на фоне развивающегося утомления происходило значительное снижение точности и быстроты обнаружения 10 тональных сигналов. Кроме снижения собственно сенсорной способности авторы подчеркивают информативность показателей ВР для тонкой оценки возрастающей трудности обнаружения сигнала. На особое значение учета величины и вариативности ВР указывают также и другие исследователи (*Бардин*, 1968; *Михалевская*, 1965; *Соколов, Михалевская*, 1962), отмечая, что эти индикаторы весьма чувствительны к затруднениям в обнаружении сигнала: они показывают снижение эффективности деятельности задолго до того, как особые условия начинают сказываться на правильности обнаружения сигнала.

В экспериментах А.Л. Наринской (1971, 1972), В.Н. Артишука, А.Н. Лицова и И.Ф. Сараева (1979) также приводятся интересные данные о динамике работоспособности операторов, выполнявших различные виды операторской деятельности в условиях двух- и трехсуточного РНД.

Обобщая различные данные[2] о динамике выполнения операторами сенсорных и сенсомоторных задач, можно заключить, что в условиях РНД при ограничении сна человек способен достаточно эффективно работать в течение 23—36 часов. В этот период эффективность деятельности снижается на 5—10% от исходного уровня, не более, а эффективность некоторых видов деятельности может даже повышаться (*Богдашевский и др.*, 1983; *Дикая*, 1985; *Епишкин*, 1979). Прогрессивное снижение эффективности деятельности начинается после 30—36 часов непрерывной работы, а в конце вторых суток она может падать до 30—40% от исходного уровня (*Епишкин*, 1979; *Хачатурьянц и др.*, 1976). На третьи сутки у некоторых испытуемых наблюдался переход на так называемый «блочный» режим работы — они неожиданно засыпали и не замечали этого.

[2] Наши выводы также основаны на обобщении Л.Г. Дикой богатого эмпирического материала, полученного в лаборатории психологии труда ИП РАН при проведении экспериментальных исследований деятельности операторов в особых условиях (*Дикая*, 2003).

Резко возрастало количество пропусков обнаруживаемых сигналов (*Дикая*, 1985; *Епишкин*, 1979; *Епишкин*, *Скрыпников*, 1986). О появлении выраженных «провалов» (lapse hypothesis) в эффективности деятельности человека при значительном ухудшении его состояния, вызванном ограничением сна, сообщают и зарубежные авторы (*Kanas, Manzey*, 2003; *Kjelberg*, 1977; *May, Kline*, 1987). Касаясь причин, обусловливающих резкое снижение ЭОС, исследователи, как правило, указывают на снижение общего уровня активации (*Дикая*, 1987; *Johnson*, 1982; *Kjelberg*, 1977; *May, Kline*, 1987; *Naatanen*, 1973).

4.2. Экспериментальное исследование особенностей решения пороговой сенсорной задачи в условиях депривации сна

Задачи исследования: 1) оценить характер и степень влияния депривации сна (как фактора, снижающего уровень активации) на ЭОС; 2) оценить влияние на ЭОС общей мотивационной направленности испытуемых в условиях значительного снижения функционального состояния (ФС); 3) исследовать возможность использования вызванных потенциалов мозга в качестве объективных индикаторов ЭОС.

Замысел эксперимента и экспериментальный дизайн. Для решения поставленных задач было проведено экспериментальное исследование, в котором моделировались условия значительного изменения ФС испытуемых путем введения режима непрерывной деятельности в условиях 72-часовой депривации сна.

Независимые переменные (факторы): 1) длительность 3-суточного эксперимента, определявшая степень ухудшения ФС испытуемых; 2) мотивационные особенности испытуемых, обусловленные их профессиональными интересами и установками на участие в эксперименте; 3) трудность сенсорной задачи.

Зависимые переменные (показатели ЭОС): 1) индекс сенсорной чувствительности *d'*; 2) индекс строгости КПР;

3) среднее время реакции (ВР); 4) вариабельность ВР; 5) амплитудно-временны́е параметры слухового вызванного потенциала; 6) спектральные характеристики ЭЭГ.

Общий план эксперимента включал проведение повторных измерений зависимых переменных в одной и той же группе испытуемых в течение трех дней эксперимента и, таким образом, был направлен на оценку динамики показателей ЭОС в ходе эксперимента (Within-Subject Design) и оценку межгрупповых различий испытуемых (Between-Subject Design).

По замыслу эксперимента предполагалось, что: 1) уровень активации испытуемых будет систематически снижаться на протяжении 72-часовой депривации сна; 2) в соответствии с исходными установками на участие в эксперименте разные группы испытуемых будут с разной степенью эффективности решать задачу обнаружения порогового сигнала; 3) в динамике слуховых вызванных потенциалов отразятся базовые психофизиологические механизмы обнаружения сигнала.

Экспериментальные гипотезы:

1. ЭОС испытуемого будет зависеть от уровня его активированности, изменяющегося в условиях многочасовой депривации сна, и от степени изменения активации в процессе решения задачи.

2. ЭОС будет зависеть от величины усилия, прилагаемого испытуемым к решению задачи и определяемого его мотивационной направленностью на участие в эксперименте.

3. В компонентах вызванного потенциала будут отражаться базовые механизмы ориентировочной реакции, обеспечивающие сравнение актуального ощущения с сенсорным эталоном памяти и оценку принятого решения.

4.2.1. Методика[3]

Опыты проводились на базе экспериментального комплекса лаборатории психологии труда Института психологии РАН. Экипаж, состоявший из трех испытуемых-доб-

[3] Методика эксперимента разрабатывалась нами совместно с Л.А. Самойловичем и Л.Г. Дикой. Большую методическую и техническую помощь оказали К.И. Караичев, О.Л. Дубнер и С.А. Варашкевич.

ровольцев, выполнял различные виды операторской деятельности непрерывно в течение 72 часов. Каждые сутки испытуемым предоставлялось 4 небольших перерыва на прием пищи и 20—30 минут свободного времени. В остальное время члены экипажа были непрерывно заняты работой в ограниченном пространстве нескольких комнат (имела место частичная сенсорная и коммуникативная депривация). При малейшей попытке заснуть испытуемых немедленно будили. Эксперимент проводился под строгим медицинским контролем.

До и после эксперимента в течение двух-трех дней проводились тренировочные и фоновые опыты. В ходе трехсуточного эксперимента опыты по обнаружению сигнала проводились согласно утвержденной циклограмме в строго определенное время в первой половине дня.

Испытуемые. В эксперименте участвовали 15 испытуемых (13 мужчин и 2 женщины) в возрасте 20—45 лет. За участие в опыте испытуемые получали высокое денежное вознаграждение, являющееся достаточным мотивом участия в подобном исследовании. Испытуемые были разделены на три группы. В первую группу вошли трое спортсменов-парашютистов, не имевших опыта операторской деятельности. Во вторую — 6 человек, обладавших опытом сложной операторской деятельности, в том числе и в условиях РНД. В третью — 6 человек, владеющих приемами саморегуляции по системе йогов и не имевших опыта операторской деятельности.

Процедура, стимуляция и аппаратура. Во время опыта испытуемый сидел в удобном авиационном кресле в электрически экранированной и шумозащищенной камере. Испытуемым предлагалась задача обнаружения тонального сигнала на фоне «белого» шума. Использовался метод «да/нет» (*Бардин*, 1976). Звуковые стимулы предъявлялись бинаурально через аудиометрические головные телефоны «TDH-39». Шумовая проба представляла собой отрезок «белого» шума (полоса частот 0—3000 Гц) длительностью 100 мс и интенсивностью 70 дБ (УЗД). В сигнальной пробе к шуму примешивалась тональная добавка 1000 Гц той же длительности. Вероятность предъявления сигнальной про-

бы была достаточно низкой — $P(S)$=0.2[4]. Величина межпробного интервала изменялась случайным образом в диапазоне 1050—1150 мс.

Сложность обнаружения сигнала задавалась путем варьирования отношения сигнал/шум (С/Ш) в децибелах. Внутри серии величина С/Ш оставалась постоянной, а в разных сериях она варьировалась от 0 (самая легкая серия) до −26 дБ (самая сложная, пороговая серия). В табл. 4.1 приведены величины приращения интенсивности звука в сигнальной пробе по сравнению с шумовой пробой в единицах уровня звукового давления (УЗД). Это сделано для того, чтобы дать более привычное представление о разнице сигнальной и шумовой проб по громкости. Все акустические измерения проводились с помощью аппаратуры фирмы «Брюль и Къер» (Дания).

Опыт всегда начинался серией с большим С/Ш (самой легкой для обнаружения), а заканчивался серией с малым С/Ш (самой трудной, пороговой). В каждой серии предъявлялось от 200 до 400 проб[5]. Первые 20 проб были тренировочными и исключались из анализа. Опыт включал 6—8 серий. Перед началом экспериментов с испытуемыми проводились тренировочные опыты, состоявшие из 8—10 серий с различным С/Ш (2000—3000 проб). В ходе тренировки испытуемые обучались обнаруживать звуковые сигналы

Таблица 4.1

Физические различия между шумовой и сигнальной пробами

С/Щ, дБ	0	–3	–6	–12	–15	–16	–18
Разница по интенсивности между шумовой и сигнальной пробами в единицах УЗД	6.0	4.6	3.5	2.0	1.4	1.3	1.0

[4] В отдельных опытах для проверки гипотезы о связи пиковых латентностей вызванных потенциалов с величиной ВР мы использовали $P(S)$=0.5.

[5] Различное количество проб было необходимо из методических соображений для усреднения достаточного количества вызванных потенциалов на правильные обнаружения сигнала. Естественно, что оно менялось при различных уровнях ЭОС.

с пороговым С/Ш, индивидуально подобранным для каждого испытуемого. Считалось, что испытуемый достиг асимптотического уровня ЭОС, если при небольшом количестве пропусков и ложных тревог (5—25%) в трех-четырех следующих друг за другом пороговых сериях вероятность правильного обнаружения сохранялась в пределах 0.7—0.75. Это соответствовало уровню чувствительности по индексу d' в среднем 1.5—2.

Начало предъявления серии стимулов и отчет о наличии или отсутствии сигнального стимула осуществлялись испытуемым путем нажатия на две различные кнопки.

Регистрация ЭЭГ и ПСС. Биопотенциалы мозга регистрировались монополярно относительно правого сосцевидного отростка. Электроды фиксировались на коже головы коллодием и наполнялись невысыхающей пастой фирм «Элема-Сименс» (Швеция) или «Мадсен» (Дания). Использовалось одно стандартное для регистрации слуховых вызванных потенциалов отведение — C_Z (обозначение по международной системе 10/20). ЭЭГ усиливалась в диапазоне частот 0.1—30 Гц с помощью телеметрической системы «Диза» (Дания) и регистрировалась синхронно с предъявлением стимулов. Эпоха анализа — 1024 мс, включая 50 мс предстимульного фона. Усиленный ЭЭГ-сигнал подвергался аналого-цифровому преобразованию с частотой дискретизации 200 Гц. Одиночные эпохи ЭЭГ накапливались на магнитном диске в оцифрованном виде. В течение всего опыта на дисплее проводился визуальный контроль за регистрируемым ЭЭГ-сигналом и текущим усреднением ПСС.

Управление порядком предъявления стимулов и их параметрами, а также регистрацию поведенческих и ЭЭГ-реакций осуществлял специализированный компьютер «Плюримат-С» (Франция).

Обработка. После окончания каждой серии компьютер рассчитывал следующие показатели:

1. Вероятность всех четырех типов исходов: 1) правильные обнаружения — $P(Hit)$; 2) ложные тревоги — $P(FA)$; 3) правильные отказы; 4) пропуски.

2. Среднее ВР на правильные обнаружения и его дисперсия.

3. Индекс чувствительности d' и индекс КПР β (отношение правдоподобия).

4. При расчете спектра мощности ЭЭГ использовался алгоритм быстрого преобразования Фурье. Спектры анализировались в диапазоне 0.5—32 Гц с шагом 0.5 Гц. Спектральные оценки получали как для одиночных реализаций (для отдельной пробы), так и путем усреднения определенного количества ЭЭГ-реализаций для любого произвольно выбираемого периода опыта.

5. Связанные с событием слуховые вызванные потенциалы (ПСС) выделялись в процессе постэкспериментальной обработки путем усреднения 35—40 вызванных реакций. Перед усреднением все ЭЭГ-реализации подвергались цифровой фильтрации в полосе 0.5—15 Гц. Одновременно с усреднением оценивались значения дисперсий для каждой точки ПСС. Изолиния, относительно которой производилось измерение амплитуд пиков ПСС, рассчитывалась как среднее значение вызванного потенциала по 50 мс предстимульного фона.

6. Для наглядной оценки изменений в ПСС при различных С/Ш производилось вычисление *разностных ПСС* на правильные обнаружения путем вычитания ПСС на шумовой стимул из ПСС на сигнальный стимул. Таким образом, мы получали разницу в суммарной вызванной активности мозга, возникающую в связи с переработкой сигнального стимула по сравнению с шумовым. В качестве ЭЭГ-эпохи в ответ на шумовой стимул использовали отрезок ЭЭГ на тот стимул, который непосредственно предшествовал сигнальному.

Методы статистической оценки данных. Для оценки изменения индекса d' использовался критерий хи-квадрат. При сравнении величин ВР и амплитуд ПСС использовался t-критерий Стьюдента. Для статистической оценки достоверности различий усредненных спектров мощности ЭЭГ использовался t-критерий Стьюдента. При оценке достоверности межгрупповых различий применялся непараметрический критерий Уилкоксона. Для сравнительной оценки вариабельности величин ВР и спектральных оценок ЭЭГ использовался Ф-критерий Фишера.

4.2.2. Фоновые опыты: результаты и обсуждение

Сначала рассмотрим особенности решения сенсорной задачи в обычных (фоновых) условиях деятельности испытуемых и дадим обоснование возможности и продуктивности использования ПСС для анализа психофизиологических механизмов обнаружения сигнала.

4.2.2.1. Поведенческие показатели ЭОС

В предварительных тренировочных сериях для каждого испытуемого был определен диапазон величин С/Ш, верхняя граница которого соответствовала уверенному обнаружению ($P(Hit)$=1.0, $P(FA)$=0), а нижняя — субъективной неразличимости сигнальных стимулов ($d'\approx 1$). Оказалось, что для всех испытуемых серии с С/Ш от −3 до −9 дБ соответствовали безошибочному обнаружению сигнала, а при уменьшении С/Ш от −12 до −20 дБ ЭОС систематически снижалась ($P(Hit)<1.0$, $P(FA)>0$). Таким образом, могут быть выделены два диапазона стимулов и соответствующих им ощущений: *надпороговая зона* (зона безошибочного и уверенного обнаружения) и собственно *пороговая зона* (*Бардин*, 1969; *Михалевская*, 1972). Переход от одной зоны к другой характеризуется появлением ошибочных ответов — пропусков и ложных тревог. Как показали полученные данные (табл. 4.2), граница, разделяющая эти зоны, колеблется в значительных пределах и обозначается ниже как *верхняя граница пороговой зоны.* Анализ индивидуальных результатов показывает, что имеются испытуемые как с низкими, так и с высокими показателями ЭОС, причем у последних эта граница может соответствовать значениям С/Ш от −16 до −19 дБ.

Таблица 4.2

Положение верхней границы пороговой зоны по группе испытуемых

С/Ш, дБ	–3	–6	–9	–12	–15	–16	–18	–19	–20
Количество испытуемых	15	15	15	14	10	6	4	3	0

Примечание. В таблицу включены те испытуемые, которые в серии с определенным С/Ш показали $P(Hit)$=1.0 и $P(FA)$=0.

Для оценки влияния трудности обнаружения сигнала на поведенческие показатели в целом по группе представляется удобным пронормировать индивидуальные показатели ЭОС относительно верхней границы пороговой зоны. С этой целью для каждого испытуемого величины С/Ш, соответствующие верхней границе пороговой зоны, были приняты за 0 дБ, тогда все величины С/Ш, соответствующие надпороговой зоне, приобретают положительное значение, а в пороговой зоне — отрицательное. Приведенные к такому виду психометрические показатели представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Среднегрупповые показатели ЭОС в фоновых опытах

С/Щ, дБ	+9	+6	+3	0	–2	–3	–6
P(*Hit*)	1.0	1.0	1.0	0.89	0.79	0.63	0.52
d'	5	5	5	2.76	1.79	1.35	0.9
ВР(*Hit*), мс	340	351	381	464	478	509	540
σВР(*Hit*), мс	60	90	89	141	153	205	223

Примечание. Значение *d'*=5 принято нами условно в качестве некоторого «максимального» при *P*(*Hit*)=1 и/или *P*(*FA*)=0.

Представленные данные свидетельствуют о закономерном снижении вероятности правильного обнаружения сигнала и индекса сенсорной чувствительности *d'* при уменьшении величины С/Ш, т.е. при возрастании трудности обнаружения сигнала. Наблюдалось также увеличение среднего ВР на правильные обнаружения с 340 до 540 мс и характерный рост вариативности ВР. В изменении ВР переход от надпороговой к пороговой зоне отражается в виде резкого увеличения ВР (t-критерий, $p<0.01$). У отдельных испытуемых этот скачок на границе пороговой зоны достигал 110—120 мс. Отметим также резкое возрастание вариабельности ВР при переходе к пороговой зоне (Ф-критерий, $p<0.01$). Следовательно, другим (кроме пропорции правильных обнаружений и ложных тревог) поведенческим критерием перехода из зоны уверенных ответов к пороговой зоне может служить резкий рост величины и вариабельности ВР. Кроме того, наблюдаемое монотонное увеличение ВР является также и объективным показате-

лем возрастающей трудности решения задачи для испытуемых, тогда как индекс *d'* остается неизменным. Последнее делает ВР полезным показателем трудности решения задачи в тех условиях, когда не наблюдается снижения ЭОС. Эту же мысль подчеркивают в своих работах и другие авторы (*Бардин*, 1968; *Михалевская*, 1965).

4.2.2.2. Изменения ПСС при изменении трудности обнаружения сигнала

Анализ зарегистрированных ПСС (рис. 4.1, А, 4.2, А) показал, что имела место известная в литературе межиндивидуальная вариативность в форме ПСС. В табл. 4.4 приведены данные о величине амплитуд и пиковых латентностей (ПЛ) различных волн ПСС, дающие представление о диапазоне возможной вариации.

Межиндивидуальная вариативность формы ПСС проявилась как в величинах ПЛ отдельных колебаний вызванного потенциала, так и в их амплитудах. Например, у трети испытуемых практически не было выражено колебание P1, у четверти — P3. У двух испытуемых была хорошо выражена поздняя негативная волна N4 с ПЛ=446—468 мс.

Количественные данные об изменении конфигурации ПСС при изменении С/Ш были получены из анализа разностных ПСС (табл. 4.5; рис. 4.1). Разностный потенциал состоял из негативно-позитивного комплекса, включавшего две негативные и одну позитивную волну (рис. 4.1, Б). В соответствии с принятой в современной психофизиологии классификацией компонентов ПСС (*Наатанен*, 1998; *Donchin et al.*, 1978; *Picton et al.*, 2000) мы обозначили выделенные волны как компоненты N2a, N2b и P3 соответственно.

Из представленных данных следует, что почти у всех испытуемых в надпороговой зоне амплитуда N2a была в 1.5—1.8 раза меньше амплитуды N2b и при уменьшении величины С/Ш (увеличении трудности обнаружения сигнала) эти волны сливались. Поэтому точно оценить динамику амплитудно-латентностных параметров компонента N2a в широком диапазоне изменения величин С/Ш было затруднительно. Однако предположив, что между латент-

Таблица 4.4

Минимальные и максимальные значения пиковой латентности (ПЛ) и амплитуды волн ПСС на сигнальные стимулы в серии с С/Ш = −6 дБ

Волна ПСС	P1	N1	P2	N2	P3
ПЛ, мс	63—78	100—150	175—225	263—303	303—468
Амплитуда, мкВ	0.7—1.9	1.3—6.3	0.7—6.9	0.9—3.9	0.5—10.2

Примечание. Каждая позитивная (P1, P2, P3) или негативная (N1, N2) волна идентифицировалась как статистически достоверное (t-критерий, $p<0.05$) колебание потенциала в индивидуальном для каждого испытуемого диапазоне латентности.

ностями N2a и N2b существует монотонная зависимость, вполне возможно по изменению латентности появления и ПЛ суммарной разностной негативности судить о соответствующих изменениях N2a и N2b. Наложение волны N2a на волну N2b приводит к уплощению негативной волны разностного ПСС и увеличению длительности фронта нарастания (см. рис. 4.1, переход от С/Ш= −12 к С/Ш= −16 дБ), сильно не влияя на величину ее ПЛ. Ниже, оценивая изменение конфигурации волн разностного ПСС при изменении сложности обнаружения сигнала, мы ориентиру-

Таблица 4.5

Среднегрупповые значения амплитуд (А) и пиковых латентностей (ПЛ) компонентов разностного ПСС при изменении величины С/Ш

С/Ш, дБ		+9	+6	+3	0	–2	–3	–6
N2a	ПЛ, мс	154	169	197	217	–	–	–
	А, мкВ	2.9	2.5	2.2	2.2	–	–	–
N2b	ПЛ, мс	272	277	306	332	361	371*	–
	А, мкВ	4.1	3.7	3.2	2.3	1.5	0.9	–
P3	ПЛ, мс	413	417	431	430	–	–	–
	А, мкВ	5.0	4.3	3.4	2.3	–	–	–

Примечание. * — компонет выделялся у 30% испытуемых; прочерк в ячейках таблицы означает, что компонент статистически недостоверен. В тех случаях, когда волны N2a и N2b сливались, производилась оценка амплитуды и ПЛ волны N2b, а в графе N2a ставился прочерк.

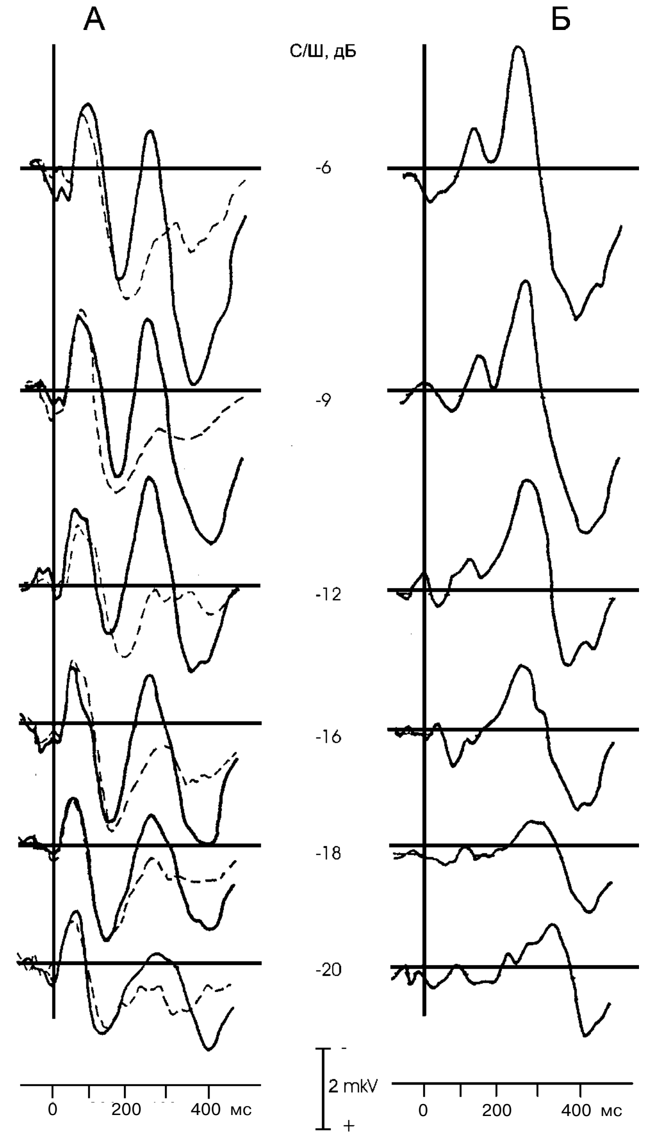


Рис. 4.1. ПСС на сигнальные (сплошная линия) и шумовые (пунктир) стимулы (рис. 4.1, А) и соответствующие им разностные ПСС (рис. 4.1, Б), усредненные по группе испытуемых при изменении величины С/Ш. Отведение C_Z

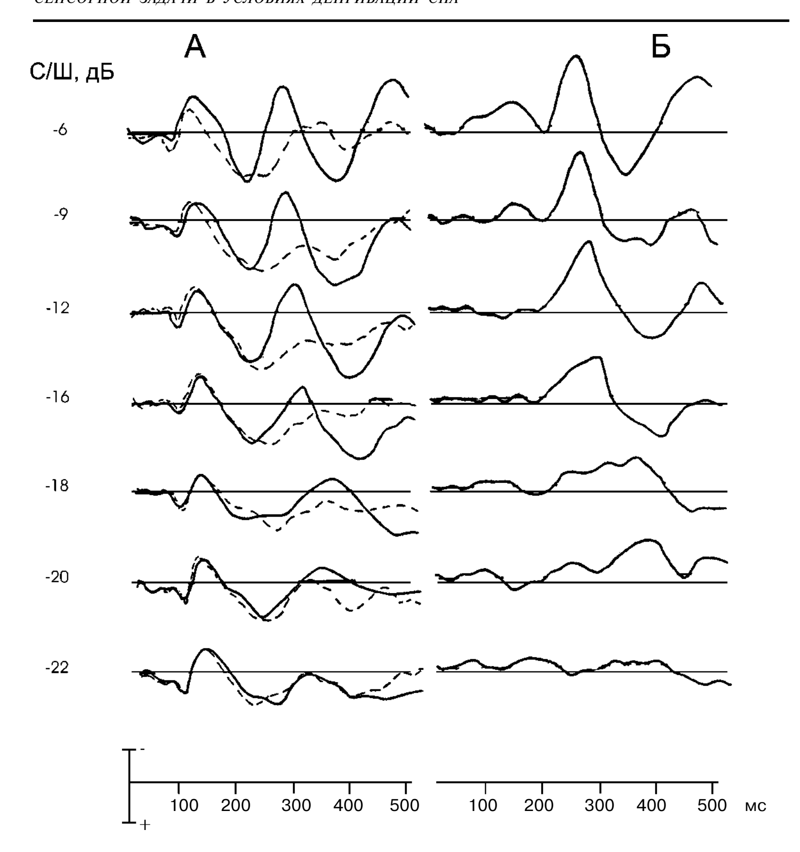


Рис. 4.2. ПСС на сигнальные (сплошная линия) и шумовые (пунктир) стимулы (рис. 4.2, А) и соответствующие им разностные ПСС (рис. 4.2, Б) при изменении величины С/Ш. Данные испытуемого Б.С. Калибровка 5 мкВ. Отведение C_Z

емся главным образом на измерение максимума негативности (N2) и позитивности (Р3).

Данные, приведенные в табл. 4.5 и на рис. 4.1, иллюстрируют тот факт, что при уменьшении интенсивности обнаруживаемого сигнала (и, следовательно, при усложнении его обнаружения) наблюдается закономерное увеличение ПЛ волны N2 разностного ПСС. В среднем по группе это увеличение довольно значительно (100 мс) и монотонно. Однако при анализе индивидуальных данных ПСС,

как правило, выявляется скачок ПЛ волны N2 около верхней границы пороговой зоны, составляющий 60—80 мс (см. рис. 4.1, переход от С/Ш = −16 дБ к С/Ш= −18 дБ). У большинства испытуемых (11 человек) в пороговой зоне волна N2 достоверно не выделялась. Лишь у четырех испытуемых она регистрировалась на сигнальные стимулы, интенсивность которых была ниже верхней границы пороговой зоны на 3 дБ (*d'* =1.7—1.8). При этом ее амплитуда была в 2—2.5 раза меньше, чем в надпороговой области. Но и у этих испытуемых волна N2 никогда не выделялась при *d'*<1.7, т.е. около нижней границы пороговой зоны.

Изменения амплитудно-временны́х параметров колебания P3 разностного ПСС были в целом менее отчетливы, а их диапазон оказался меньше, чем для N2, хотя общая тенденция, описанная выше, также имела место.

Таким образом, при изменении величины С/Ш, определявшей трудность решения задачи от надпорогового до порогового уровня, было установлено закономерное снижение поведенческих показателей ЭОС и соответствующие изменения амплитудно-латентностных параметров разностного ПСС. Последние проявились в увеличении ПЛ волн N2 и P3 и снижении их амплитуд при одновременном снижении ЭОС.

4.2.2.3. Отражение в ПСС временны́х характеристик процесса обнаружения сигнала

Корреляция латентности волн разностного ПСС с величиной ВР при изменении трудности обнаружения сигнала заслуживает особого внимания. То, что в величине ВР отражается время, необходимое для обнаружения стимульных признаков целевого сигнала, не требует особых доказательств. О том, что в центральном компоненте ВР (в отличие от моторного компонента) представлена задержка, обусловленная психическими процессами высокого уровня, свидетельствуют многочисленные данные (*Вудвортс*, 1950; *Соколов*, *Михалевская*, 1962; *Шошаль*, 1966). В соответствии с приведенными выше данными ПЛ волны N2a в среднем на 200 мс, а ПЛ волны N2b — на 100 мс короче латентности двигательной ответной реакции. Что

касается ПЛ Р3 (второй волны разностного ПСС), то она немного меньше или немного больше величины ВР.

Для более детального и прямого изучения связи латентностей волн разностного ПСС и величины ВР по данным 10 опытов с вероятностью предъявления сигнала $P(S)$=0.5 и С/Ш= −20 дБ (это пороговая зона обнаружения сигнала) мы провели раздельное усреднение ПСС по пробам, в которых ВР было значимо меньше и значимо больше среднего ВР в серии проб (t-критерий, p<0.001). Результаты такой обработки приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Пиковые латентности компонентов N2 и Р3 ПСС, зарегистрированных на сигнальную пробу, при усреднении ПСС в соответствии с величиной ВР

Испытуемые	Среднее ВР по блоку проб, мс	Малые ВР			Большие ВР		
		ВР±m, мс	ПЛ N2, мс	ПЛ Р3, мс	ВР±m, мс	ПЛ N2, мс	ПЛ Р3, мс
МБ	458	350±15	310	500	630±20	475	–
РБ	478	340±16	280	530	636±22	550	–
СЛ	431	326±14	284	535	614±20	620	–
ГА	504	369±12	320	530	636±21	420	650
БА	498	391±13	340	560	651±18	400	750
КИ	483	368±16	296	508	590±23	412	–
БИ	426	322±19	269	346	524±24	354	619
СС	482	325±14	239	554	612±26	400	758
КИ	358	282±12	259	400	456±19	315	431
ШС	504	359±17	315	535	442±22	408	–
Среднее	462	343	499	499	579	435	642

Примечание. Латентности пиков N2 и Р3 идентифицировались как максимумы негативности и позитивности в ПСС, наблюдавшиеся после комплекса N1—Р2. Прочерки в последнем столбце означают, что компонент Р3 был статистически недостоверен. Символом «m» обозначена величина ошибки среднего ВР.

При постоянстве С/Ш в пределах серии проб и при высокой тренированности испытуемых разброс ВР в надпороговых сериях опыта незначителен (σВР=60—90 мс, см.

табл. 4.3). В пороговых сериях эти условия, обеспечивающие стабильность ВР, сохраняются, но трудность обнаружения сигнала значительно возрастает. Об этом свидетельствуют отчеты испытуемых и снижение показателей ЭОС. Это позволяет утверждать, что существенное увеличение разброса ВР в пороговой зоне (см. табл. 4.5) является не результатом случайной вариации от пробы к пробе, а отражением изменения времени, необходимого для обнаружения сигнала. Данные, приведенные в табл. 4.6, свидетельствуют о росте латентности волн N2 и P3 в среднем на 140 мс, соответствующем величине ВР. Следует особо подчеркнуть, что в тех же ПСС латентности других пиков (P1, N1, P2) остаются практически неизменными при существенно различных ВР. Иллюстрация этого факта дана на рис. 4.3, где приведены оригинальные ПСС. Видно, что при изменении величины ВР латентность пиков P1, N1, P2 практически неизменна, имеется лишь трансформация негативно-позитивного комплекса N2 и P3, модулирующего весь вызванный потенциал. При общем суммировании одиночных вызванных потенциалов мы получаем очень слабо выраженный ПСС либо вообще наблюдаем его отсутствие (пунктирная линия на рис. 4.3, А). Итак, раздельное усреднение ПСС в соответствии с величиной ВР (отражающей время обнаружения сигнала) выявляет закономерное различие их конфигураций, зависящее от момента появления комплекса компонентов N2 и P3.

Таким образом, отчетливая положительная корреляция латентности волн ПСС и величины ВР позволяет говорить о наличии общего фактора, определяющего временны́е параметры обеих реакций. Этим фактором может быть некоторый механизм, обеспечивающий процесс обнаружения сигнала; результат его включения отражается в пике N2, а его латентность входит в общее ВР. Тогда, используя ту же аналогию, резонно предположить, что компонент P3 отражает мозговую активность, развивающуюся «по поводу» уже обнаруженного стимула. Поскольку ПСС представляет собой результат перекрытия во времени нескольких компонентов, то трудно говорить о строгих временны́х рамках стоящих за этим процессов, мож-

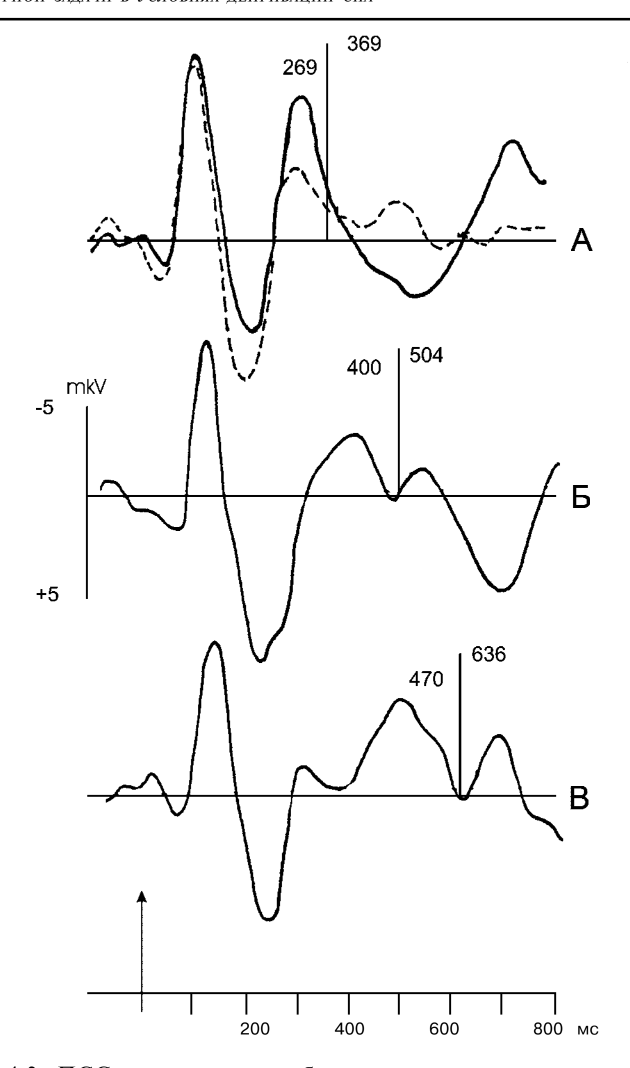


Рис. 4.3. ПСС на правильно обнаруженные сигнальные стимулы, усредненные в соответствии с величиной ВР. А — ПСС при ВР 290—420 мс; Б — при ВР 450—560 мс, В — при ВР 576—672 мс. Вертикальная линия над ПСС — среднее ВР. Числа справа — величины среднего ВР, числа слева — пиковые латентности N2. Пунктиром на рис. 4.3, А изображен ПСС, усредненный на все правильно обнаруженные сигналы без учета величины ВР. $P(S)$=0.5. Отведение C_Z

но лишь установить порядок их включения в познавательный акт.

4.2.2.4. Изменение конфигурации ПСС при различных исходах обнаружения сигнала

Поскольку в пороговой зоне появляются ошибочные ответы (пропуски и ложные тревоги), рассмотрим изменения ПСС при различных исходах решения сенсорной задачи. При этом будем руководствоваться следующей логикой: если процесс обнаружения сигнала сопровождается появлением в ПСС определенной конфигурации колебаний N2—P3, то при ошибках должны наблюдаться закономерные изменения именно этих колебаний.

С каждым испытуемым было проведено по 2—4 опыта с пороговым С/Ш и $P(S)$=0.5. Всего 28 опытов с 9 испытуемыми. Такое дублирование было необходимо, чтобы накопить объем данных, достаточный для статистически достоверной оценки ПСС на пропуски и ложные тревоги, а также для того, чтобы убедиться в повторяемости полученных результатов. В табл. 4.7 и на рис. 4.4 и 4.5 представлены полученные результаты.

Анализ групповых результатов (табл. 4.7) показывает, что ПСС на правильные обнаружения по сравнению с ПСС на пропуски как бы смещен в негативную область в диапазоне волн P2 и N2. Это выразилось в статистически достоверном уменьшении амплитуды волны P2 и увеличении амплитуды N2. Интересно, что негативный сдвиг в области N2 в ПСС на правильные обнаружения более длителен, чем в ПСС на пропуски. Можно предположить, что во временной интервал 150—350 мс после начала стимула ПСС на правильные обнаружения в большей степени модулируется негативным колебанием в широком диапазоне латентностей. Отметим, что этот факт отчетливо выражен даже на усредненных по нескольким испытуемым данных (см. рис. 4.4, 4.5).

У большинства испытуемых после окончания волны N2 в ПСС на правильно обнаруженные сигналы можно увидеть небольшое позитивное отклонение в диапазоне латентностей 350—500 мс (рис. 4.4, А, пунктирная линия). В

Таблица 4.7

Среднегрупповые значения амплитуд (А, мкВ) и пиковых латентностей (ПЛ, мс) волн ПСС (N1, P2, N2, P3), зарегистрированных на правильные обнаружения, пропуски и ложные тревоги

Исходы	N1		P2		N2		P3	
	А	ПЛ	А	ПЛ	А	ПЛ	А	ПЛ
Правильные обнаружения (*Hit*)	8.8	118	5.2	297	5.3	323	4.2	475
Пропуски (*Пр.*)	8.3	116	6.9	208	0	288	4.4	434
Ложные тревоги (*FA*)	7.8	117	6.2	204	2.9	338	3.0	502
Достоверность различий: *Hit*/*Пр.*	–	–	p<0.04	–	p<0.02	p<0.02	–	p<0.04
Достоверность различий: *Hit*/*FA*	–	–	p<0.04	–	–	p<0.02	p<0.04	p<0.02
Достоверность различий: *Пр.*/*FA*	–	–	–	–	p<0.02	p<0.04	p<0.04	p<0.02

Примечание. Достоверность различий амплитуд и ПЛ по группе испытуемых оценивалась с помощью W-критерия ранговых сумм Уилкоксона. Прочерк в ячейках обозначает отсутствие статистически достоверных различий (p>0.05).

этот же временной интервал в ПСС на пропуски (рис. 4.4, А, сплошная линия) наблюдается меньшая позитивность. Не у всех испытуемых эта разница достигает статистически достоверного уровня, но на уровне тенденции присутствует всегда. В табл. 4.6, в отличие от рис. 4.4 и 4.5 (где даны разностные ПСС), этот факт не выражен, поскольку там приведены данные о величине амплитуды пика волны P3, тогда как ПЛ этих волн в ПСС на правильные обнаружения и пропуски в силу различия в общей конфигурации не совпадали.

Для того чтобы получить наглядное представление о различиях в конфигурации ПСС на обнаруженные и не-

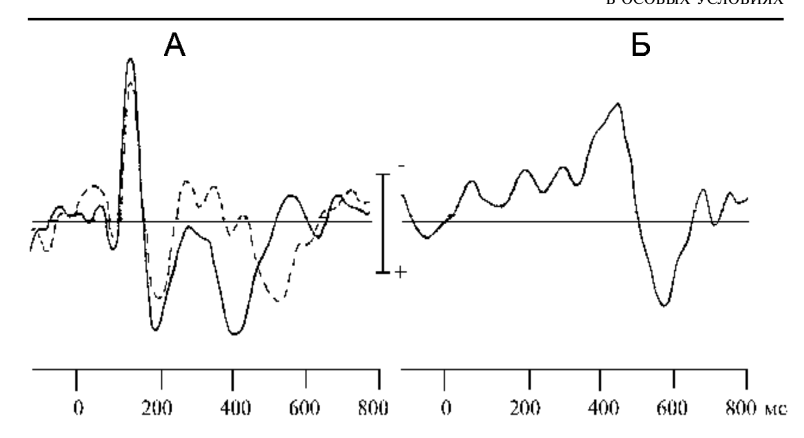


Рис. 4.4. А — ПСС на правильные обнаружения (пунктир) и пропуски (сплошная линия). Б — соответствующие им разностные ПСС (правильные обнаружения минус пропуски), усредненные по шести испытуемым. Отведение C_z

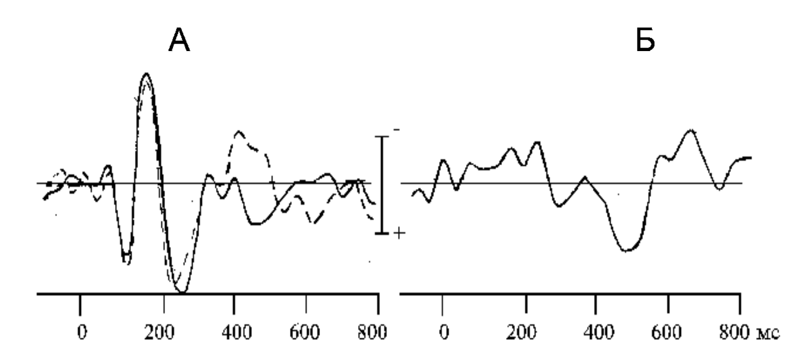


Рис. 4.5. А — ПСС на ложные тревоги (сплошная линия) и пропуски (пунктир). Б — соответствующие им разностные ПСС (ложные тревоги минус пропуски), усредненные по четырем испытуемым. Отведение C_z

обнаруженные стимулы, мы вычислили средний по шести испытуемым (имеющим сходную конфигурацию ПСС) разностный ПСС путем вычитания ПСС на пропуски из ПСС на правильные обнаружения. Такой разностный ПСС (см. рис. 4.4, Б) представляет собой негативно-позитивное колебание в широком диапазоне латентностей, перекры-

вающее практически все волны ПСС, начиная с N1. Необходимо отметить, что данный результат был получен не во всех опытах. Примерно в 25% всех опытов, особенно ближе к нижней границе пороговой зоны (d'=1—1.5), ПСС на правильно обнаруженные и на необнаруженные сигналы значимо не различались. Вероятно, в этих случаях была велика доля случайных угадываний и пропусков, обусловленных слабой уверенностью в ответе. У нас имеются лишь косвенные подтверждения такого объяснения, однако в литературе приводятся и прямые доказательства, полученные в опытах, где правильные обнаружения и пропуски дифференцировались по уверенности и соотносились с ПСС (*Михалевская и др.*, 1988; *Финкель*, 1988; *Squires et al.*, 1975).

ПСС на ложные тревоги в целом более сходны с ПСС на правильные обнаружения, чем ПСС на пропуски (см. рис. 4.5, А). В ПСС на ложные тревоги также заметен негативный сдвиг, но более поздней латентности, что находит свое отражение в смещении ПЛ волн N2 и P3 (см. также табл. 4.7). Он наиболее выражен в диапазоне 250—450 мс. Нетрудно заметить, что в ПСС на ложные тревоги выражена волна P3. По сравнению с ними в ПСС на пропуски такое позитивное смещение вызванного потенциала выражено намного меньше, а у отдельных испытуемых оно вообще отсутствовало. Приведенный на рис. 4.5, Б разностный ПСС, полученный путем вычитания ПСС на пропуски из ПСС на ложные тревоги, также представляет собой негативно-позитивное колебание, сходное с разностным ПСС на рис. 4.4, Б. Полученный нами результат наблюдался в 17 опытах из 28. В остальных случаях ПСС на ложные тревоги статистически достоверно не отличались от ПСС на пропуски. Вообще в опытах с пороговым уровнем обнаружения сигнала вариабельность результатов весьма велика, и для получения устойчивого эффекта требуется накопление большого объема данных, что представляет собой особую задачу (см., напр.: *Михалевская, Самойлович, Финкель*, 1988; *Финкель*, 1989).

Таким образом, анализ ПСС, зарегистрированных при правильных и ошибочных ответах (пропусках и ложных

тревогах), показывает, что в случае обнаружения сигнала (правильного или ошибочного!) в ПСС выделяется негативное колебание, изменяющее конфигурацию волн ПСС в широком диапазоне латентностей. В ряде случаев — чаще в ПСС на правильные обнаружения, чем на ложные тревоги, — за негативной волной следует позитивная волна.

4.2.2.5. Связь ПСС с поведенческими показателями ЭОС

Результаты фоновых опытов показали, что в ПСС на обнаруженный сигнал удается выделить негативно-позитивный комплекс колебаний N2—P3, амплитудно-временны́е параметры которого связаны с поведенческими показателями ЭОС. Особенно важен тот факт, что развитие этого комплекса жестко не фиксировано во времени, в отличие от компонентов P1, N1, P2 так называемого вертекс-потенциала. В зависимости от С/Ш латентности колебаний N2 и P3, выделяемых в разностном ПСС, изменяются в широких пределах. Это факт подтверждает предположение, высказываемое в последние годы рядом авторов (*Haатанен*, 1998; *Loveless*, 1983; *Naatanen*, 2000; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983; и др.), что волны N2 и P3 можно рассматривать как специфические компоненты ПСС, являющиеся индикаторами базисных мозговых эндогенных процессов переработки информации. С этой точки зрения, разделяемой и нами, компоненты N2 и P3 отражают включение определенных мозговых генераторов, которое может совпасть во времени с развитием различных волн вызванного потенциала, например N1 и P2. Другими словами, наши данные подтверждают положение о том, что ПСС, регистрируемый в задаче обнаружения сигнала, гетерогенен по своему волновому составу и отражает одновременное включение разных мозговых процессов, обеспечивающих переработку сенсорной информации.

Выделение разностного ПСС позволяет наглядно показать, *когда* происходит включение тех процессов, которые связаны с обнаружением сигнала. Регистрация разностного ПСС при соотнесении с поведенческими реакциями в широком диапазоне изменений ЭОС дала возможность установить надежную связь произвольных и непроизвольных

(физиологических) реакций. Установленное систематическое увеличение ПЛ компонентов N2 и P3 при возрастании трудности задачи для испытуемого, на наш взгляд, является хорошим доказательством того, что эти компоненты отражают включение определенных мозговых механизмов, обеспечивающих протекание процесса обнаружения слухового сигнала.

Особый интерес представляет то, что нами была изучена динамика ПСС в пороговой зоне. Полученные результаты позволяют предположить, что отражаемые в ПСС мозговые «события», происходящие «по поводу» обнаружения порогового и околопорогового сигналов, отличаются от тех, которые имеют место при обнаружении надпороговых сигналов. Это отличие связано, прежде всего, с тем, что возрастает вариативность во времени исследуемого процесса обнаружения сигнала. Поэтому при обычном усреднении всех ПСС на правильно обнаруженные сигналы комплекс N2—P3 в пороговой зоне выражен слабо. При более избирательном суммировании ПСС (когда выборочно соотносили каждую реакцию с величиной ВР) мы попытались поставить им в соответствие более дифференцированные поведенческие события. Это привело к лучшему и более точно локализованному во времени выделению анализируемого нами негативно-позитивного комплекса, связанного с обнаружением сигнала. Таким образом, при обычном усреднении ПСС комплекс N2—P3 исчезает около верхней границы пороговой зоны. Однако более тонкий анализ показывает его наличие и в пороговой области. В этом смысле мы склонны говорить о возможности полного совпадения поведенческих и ЭЭГ-показателей обнаружения сигнала: если произошло обнаружение, то можно выделить и связанный с этим событием комплекс N2—P3.

Какие же механизмы могут быть поставлены в соответствие компонентам N2 и P3? Выше мы отмечали, что, согласно данным психологического анализа, такие сенсорно-перцептивные процессы, как обнаружение, различение и опознание, не могут быть осуществлены без акта сравнения текущей стимуляции со следами памяти от предшествующих стимулов. Результаты психофизиологических

исследований с регистрацией ПСС позволяют предположить, что процесс сравнения может отражаться в компоненте N2. Так, в случае низкой вероятности появления сигнальной пробы (у нас это серии с $P(S)$=0.2) в результате негативного научения по типу образования нервной модели стимула формируется след шумовой пробы, с которым, как с эталоном, сравнивается актуально действующий стимул. Предъявление сигнальной пробы вызывает процесс рассогласования и появления в ПСС компонента N2a, или негативности рассогласования (mismatch negativity). Литературные данные (*Haатанен*, 1998; *Kujala et al.*, 2001; *Naatanen*, 1986, 2000; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983) дают нам основание думать, что этот процесс происходит автоматически, непроизвольно. Мы полагаем, что акт сравнения является основой сенсорной части процесса обнаружения стимульных различий. При равновероятном предъявлении сигнальной и шумовой проб, по-видимому, происходит аналогичный процесс сравнения. Наши и литературные данные (*Haатанен*, 1998, 2000; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983; *Naatanen, Picton*, 1986) показывают, что в случае равновероятного предъявления сигналов негативная волна, появляющаяся в ПСС на сигнальный стимул, отражает процесс его сравнения с ранее сформировавшимся эталоном целевого, сигнального стимула. Она возникает как результат согласования, соответствия. По мнению известного исследователя в области когнитивной психофизиологии Р. Наатанена (*Haатанен*, 1998; *Naatanen*, 1982; *Naatanen*, *Picton*, 1986), негативная волна этого класса представляет собой так называемую «процессуальную негативность» (processing negativity) и, в отличие от N2a, специфически связана с протеканием произвольных процессов.

Таким образом, полученные в наших экспериментах результаты позволяют утверждать, что компоненты N2a (в случае $P(S)$=0.2) и N2 служат отражением механизма сравнения действующего стимула с эталоном памяти. Нам представляется, что не будет преувеличением считать этот механизм наиболее важным этапом в процессе обнаружения сигнала — основой сенсорного процесса.

Наши предположения согласуются с представлениями современных психофизиологов (*Данилова*, 2001; *Соколов*, 1981а, 1995, 2003) о том, что физические признаки действующего сигнала отображаются на множестве детекторов, образуя профиль возбуждения с выраженным для данного признака максимумом на одном из детекторов. Но для возникновения ощущения этого недостаточно, еще требуется соотнесение многомерного профиля возбуждения детекторов с множеством следов-эталонов, упорядоченных в памяти. Сенсорный эффект возникает только как следствие отображения результата воздействия данного стимула в множестве следов-эталонов, или, используя термин А.Н. Леонтьева (1983, 2000), — как результат «уподобления». Механизмом отображения является процесс сравнения выделенных детектором параметров стимула с активированным следом памяти. Электрофизиологическим показателем этого процесса в эксперименте по обнаружению сигнала и является регистрируемая в ПСС негативность рассогласования или процессуальная негативность.

Опираясь на сформулированные выше модельные представления о механизме процесса обнаружения, можно полагать, что смещение пиковых латентностей компонента N2, наблюдаемое при уменьшении стимульных различий, и его корреляция с ВР свидетельствуют о более длительном времени переработки информации на сенсорном уровне (см. также: *Kujala et al.*, 2001; *Naatanen*, 2000). Значительно меньшая выраженность компонента N2 в ПСС на пропуски по сравнению с ПСС на правильные обнаружения также получает, на наш взгляд, закономерное объяснение: при пропусках процесс сравнения поступившего сигнала с сенсорным эталоном памяти не заканчивается установлением соответствия, что в свою очередь не приводит к появлению в ПСС компонента N2. В свете этого интересную интерпретацию получают данные о ложных тревогах. Сравнение ПСС на ложные тревоги с ПСС на пропуски позволяет нам говорить о том, что этот тип ответов может иметь сенсорную основу, а не просто быть результатом механизма принятия решения. Наши выводы под-

тверждаются также результатами, полученными в работах М.Б. Михалевской и ее коллег (1988).

Теперь обратимся к другим компонентам ПСС, возникающим при обнаружении сигнала. Как уже отмечалось выше, при *P*(*S*)=0.2 в ПСС на сигнальную пробу после N2a выделяется негативно-позитивный комплекс N2b—P3. В литературе эти две волны чаще всего рассматриваются как единый компонент или как два тесно связанных компонента (*Наатанен*, 1998; *Loveless*, 1983; *Naatanen*, 2000). Многие авторы связывают появление этого комплекса, выделяемого в разностном ПСС, с ориентировочной реакцией, с осознанной селекцией стимулов, с принятием решения (*Иваницкий и др.*, 1984; *Loveless*, 1983; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983; *Paul*, *Sutton*, 1972). В любом варианте интерпретации эти компоненты ПСС соотносятся с теми процессами, которые происходят «по поводу» уже обнаруженного стимула, уже установленного стимульного различия, и связаны, по сути дела, с *оценкой* сенсорного эффекта. В ряде работ показана прямая связь N2b и P3 с выраженностью ориентировочной реакции (*Дикая и др.*, 1987; *Loveless*, 1983; *Lyytinen, Naatanen*, 1987).

Эти данные хорошо вписываются в общий контекст наших рассуждений: если для появления в ПСС волны N2a необходимо только наличие стимульных изменений, то для появления компонентов N2b и P3 требуется оценка значимости различий, их релевантности решаемой сенсорной задаче. Естественно, что в условиях отвлечения внимания от задачи (во сне или когда испытуемый выполняет другую задачу) процесс обнаружения стимульных различий перестает быть произвольно контролируемым, и тогда в ПСС исчезают компоненты N2b и P3, а остается лишь N2a (*Гусев и др.*, 1992; *Наатанен*, 1998; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983).

В наших предыдущих работах было показано, что в сериях с равновероятным предъявлением сигнальных и шумовых проб в ПСС на сигнальную пробу компонент N2b не выделяется. На наш взгляд, это весьма закономерный результат, поскольку отсутствовала ситуация возникновения ориентировочной реакции. Тем не менее компонент

Р3 зарегистрирован был. Этот факт дает нам основание предполагать, что в Р3 отражается некоторый самостоятельный процесс, непосредственно не связанный с ориентировочной реакцией. Сопоставив ПЛ Р3 с величиной ВР (см. табл. 4.6), заметим, что этот компонент появляется уже после ответа об обнаружении стимула[6]. Это также свидетельствует о том, что Р3 отражает некий процесс, происходящий уже после обнаружения стимула и не включенный непосредственно в реализацию текущего акта обнаружения. В связи с обилием и противоречивостью литературных данных о функциональном смысле компонента Р3 (см. для обзора: *Кануников*, *Ветошева*, 1988; *Наатанен*, 1998; *Hansenne et al.*, 1995; *Picton*, 1992) нам пока трудно дать достаточно определенную трактовку. Поэтому ограничимся общим замечанием о связи Р3 с процессом оценки релевантного задаче обнаруженного сигнала. С точки зрения трактовки общепсихологических механизмов, включенных в реализацию сенсорно-перцептивного процесса, следует отметить, что восприятие стимула, конечно, не начинается с началом его предъявления и не заканчивается ответом испытуемого. Это непрерывный циклический процесс перестройки старых и создания новых когнитивных схем (см.: *Найсер*, 1980; *Переслени и др.*, 1987). В этом контексте можно с уверенностью утверждать, что Р3 является электрографическим индикатором развертывания во времени процессов такого рода.

4.2.3. Обнаружение сигнала в режиме непрерывной деятельности (РНД) при депривации сна: результаты и обсуждение

Проанализируем особенности решения испытуемыми сенсорной задачи в особых условиях организации деятельности, характеризующихся повышенной напряженностью и значительным ухудшением ФС. Динамика поведенчес-

[6] Отметим к тому же, что в величине ВР «скрыто» время передачи возбуждения по кортико-спинальным путям и совершение самой двигательной реакции.

ких показателей и психофизиологических механизмов обнаружения сигнала будет рассмотрена как в интерындивидуальном аспекте (различия между испытуемыми), так и в интраиндивидуальном — в плане изменения ЭОС отдельных испытуемых в ходе одного опыта.

4.2.3.1. Изменения поведенческих показателей ЭОС

Усредненные по всем испытуемым показатели обнаружения сигнала, полученные в течение трехдневного РНД, представлены в табл. 4.8 и 4.9.

Данные, приведенные в таблицах, позволяют оценить динамику ЭОС на протяжении всех трех суток эксперимента группой испытуемых в целом. Средние ВР на правильные обнаружения в первые и вторые сутки эксперимента статистически значимо не различались ($W=3.5$, $p<0.005$)[7]. Однако на третьи сутки наблюдалось общее статистически значимое увеличение ВР ($W=2$, $p<0.05$) по сравнению с первыми сутками.

При уменьшении величины С/Ш (следовательно, при увеличении трудности задачи) сенсорная чувствительность закономерно снижалась, а ВР росло. Однако если в первые сутки эта зависимость носила строго монотонный характер и в целом не отличалась от фоновых опытов (ср. с табл. 4.3), то в последующие дни эта монотонность нарушилась. Этот факт можно объяснить следующим образом. На второй и третий дни РНД вследствие усталости испытуемым трудно поддерживать высокий уровень произвольного внимания при выполнении задачи в несложных сериях, где за счет легкости обнаружения подчеркивается монотонный характер работы. Лишь в очень сложных сериях, при С/Ш −20 и −22 дБ, испытуемые были вынуждены максимально мобилизоваться и за счет этого повысить ЭОС[8]. Отмеченный выше феномен нарушения монотонности выразился и в том, что наибольшее ухудшение

---

[7] Для межгрупповых сравнений использовался непараметрический критерий Уилкоксона.

[8] Это наше замечание подтверждается данными самоотчетов испытуемых, оно было явно выражено рядом испытуемых на встречах, посвященных подведению итогов эксперимента.

Таблица 4.8

Изменение показателей обнаружения сигнала в ходе эксперимента (усредненные групповые данные)

	1-й день РНД			2-й день РНД			3-й день РНД		
С/Ш, дБ	ВР	*P*(*Hit*)	*P*(*FA*)	ВР	*P*(*Hit*)	*P*(*FA*)	ВР	*P*(*Hit*)	*P*(*FA*)
–6	342	1.0	0.001	361	0.98	0.05	371	0.93	0.003
–9	368	0.99	0	355	0.98	0.002	397	0.94	0.002
–12	395	0.94	0.001	387	0.96	0.004	423	0.89	0.006
–16	434	0.91	0.003	436	0.79	0.033	462	0.82	0.009
–18	475	0.80	0.01	453	0.85	0.015	515	0.61	0.013
–20	505	0.69	0.021	492	0.86	0.01	521	0.70	0.024
–22	516	0.65	0.023	496	0.76	0.027	513	0.64	0.029
Среднее	434	0.85	0.008	426	0.88	0.020	456	0.79	0.013

Примечание. ВР — среднее время реакции на правильные обнаружения в мс.

Таблица 4.9

Изменение показателей сенсорной чувствительности (ЭОС) в ходе эксперимента (усредненные данные по группе испытуемых для трех наиболее трудных серий)

С/Ш, дБ	1-й день РНД	2-й день РНД	3-й день РНД	Результаты статистического анализа по критерию Уилкоксона	
				Дни 1/2	Дни 1/3
–18	3.16	3.21	2.51	Не значимо	Значимо, p=0.05
–20	2.53	3.38	2.52	Значимо, p<0.05	Не значимо
–22	2.39	2.64	2.25	Значимо, p<0.05	Не значимо

показателей ЭОС на третий день (по сравнению с первым) произошло *именно в легких сериях* (от −3 до −12 дБ). В пользу нашего предположения о причине сложности поддержания необходимого уровня произвольного внимания в легких (надпороговых) сериях свидетельствуют также данные наблюдения за испытуемыми в ходе опыта и их самоотчеты. Так, на третьи сутки испытуемые иногда засыпали во время легких серий, чего никогда не случалось во время трудных серий. Некоторые испытуемые до начала опыта просили экспериментатора нарушить порядок следования серий так, чтобы вслед за легкой серией шла трудная (что, естественно, не допускалось). После окончания опыта многие испытуемые говорили, что делали пропуски не потому, что не слышали очередного сигнала, а потому,

что сигнал «уходил из поля внимания и как бы не относился к задаче» (из самоотчета исп. К.К.).

Полученные данные свидетельствуют о возможности общего активирующего влияния на испытуемых самой задачи, а именно ее стимульных условий.

Из данных, приведенных в табл. 4.9, следует, что в целом по группе испытуемых ЭОС снизилась незначительно, а на второй день даже была выше, чем в первый. Фактически только в одной из достаточно трудных серий (−18 дБ) на третий день наблюдалось снижение чувствительности. Такое изменение сенсорных показателей хорошо соответствует аналогичным изменениям ВР (скоростного показателя обнаружения сигнала). Этот факт позволяет рассматривать величину ВР как важный и надежный показатель при анализе ЭОС наряду с традиционными психофизическими индексами $P(Hit)$, $P(FA)$, d'.

Таким образом, отчетливое уменьшение ЭОС на третий день РНД сказывается главным образом в легких сериях, а предельная сенсорная способность существенно не меняется.

Можно предположить, что увеличение общей ЭОС на второй день РНД объясняется тренировкой испытуемых. Полностью исключить влияние этого фактора, конечно, нельзя, но все же эта гипотеза не находит подтверждения, если обратиться к результатам тренировочных опытов перед началом основного эксперимента. В Приложении 3 приведены усредненные результаты, полученные в конце тренировки. Сравнение этих данных с данными первого дня РНД (см. табл. 4.8) показывает, что для объяснения повышения общей ЭОС на второй день влиянием тренировки нет достаточных оснований.

4.2.3.2. Особенности динамики поведенческих показателей ЭОС у различных групп испытуемых

В рамках основной цели нашего исследования представляется интересным рассмотреть особенности динамики поведенческих показателей ЭОС отдельно для трех выделенных нами выше (см. описание методики) групп испытуемых. В табл. 4.10 приведены данные об изменении ВР в течение трех суток эксперимента.

Даже простое межгрупповое сравнение показывает, что в группе «йогов» величины ВР по всем трем дням РНД в

Таблица 4.10

Изменение величины ВР у различных групп испытуемых в ходе эксперимента

Группа	«Парашютисты»			«Операторы»						«Йоги»					
Испытуемый	МВ	КС	КК	ВВ	МЮ	ДА	ФА	БА	ЗИ	ЗМ	ТЮ	СВ	МС	БВ	МВ
1-й день РНД	406	365	327	367	405	335	381	360	393	437	397	405	536	403	456
2-й день РНД	395	337	335	379	375	339	410	329	426	492	417	426	416	475	460
3-й день РНД	418	354	359	410	414	402	424	348	379	465	436	465	375	456	471
Среднее по группе	366			382						434					

Примечание. Каждое значение ВР для всех испытуемых было получено как среднее по сериям с С/Ш от −6 до −16 дБ, так как эти серии были проведены со всеми испытуемыми в течение всех трех дней РНД.

среднем выше, чем в других группах. Для строгой статистической оценки межгрупповых различий мы использовали свободный от распределения критерий ранговых сумм Уилкоксона. На 5%-м уровне значимости величины ВР в группах «операторов» и «парашютистов» значимо не различались, а при сравнении каждой из этих групп с группой «йогов» установлены достоверные различия.

Аналогичные межгрупповые различия имеют место и при сравнении сенсорной чувствительности испытуемых (табл. 4.11). Статистическая оценка межгрупповых разли-

Таблица 4.11

Сравнение величин сенсорной чувствительности у различных групп испытуемых при обнаружении порогового сигнала в серии с С/Ш = −20 дБ в первый день РНД

Группа	«Парашютисты»			«Операторы»						«Йоги»					
Испытуемый	МВ	КС	КК	ВВ	МЮ	ДА	ФА	БА	ЗИ	ЗМ	ТЮ	СВ	МС	БВ	МВ
d'	2.9	4.6	3.9	4.0	2.4	4.0	4.0	2.5	2.3	2.6	2.3	3.0	1.7	1.3	3.3
Ранг успешности	9	13	10	11	6	11	12	7	5	8	6	3	2	1	4

Примечание. Серия −20 дБ соответствовала обнаружению звукового сигнала ниже верхней границы пороговой зоны. Поэтому этот уровень обнаружения сигнала можно было назвать «пороговым» для всех испытуемых.

чий по критерию ранговых сумм Уилкоксона показала, что по величине индекса d' первые две группы значимо не различаются (p<0.012), а при сравнении их с группой «йогов» имеют место достоверные различия (p<0.04). Следовательно, у «йогов» сенсорная чувствительность в трудной пороговой серии в целом ниже, чем у других испытуемых.

Проведя такой же анализ для серии С/Ш −16 дБ, мы установили, что по чувствительности три сравниваемые группы не различаются, т.е. с более легкой задачей *все* испытуемые справляются одинаково успешно. Поэтому именно для этого уровня трудности задачи были оценены межгрупповые различия по устойчивости (стабильности) сенсорных показателей в ходе эксперимента. Статистический анализ межгрупповых различий проводился по критерию ранговых сумм Уилкоксона. Все испытуемые были проранжированы по стабильности показателей ЭОС в течение трех дней эксперимента: больший балл получили испытуемые с более стабильными индексами (см. последнюю строку табл. 4.12). Ранговые оценки «операторов» и «парашютистов» достоверно не различались (p=0.04) и были значимо выше ранговых оценок «йогов» (p<0.04). Таким образом, у испытуемых первых двух групп ЭОС поддерживалась на более стабильном уровне по сравнению с испытуемыми третьей труппы.

Таблица 4.12

Изменение индивидуальных показателей ЭОС в течение трех дней РНД

Группа		«Парашютисты»			«Операторы»						«Йоги»					
Испытуемый		МВ	КС	КК	ВВ	МЮ	ДА	ФА	БА	ЗИ	ЗМ	ТЮ	СВ	МС	БВ	МВ
1-й день	% *Hit*	96	100	87	100	90	100	100	96	76	100	94	77	77	91	74
	% *FA*	0.6	0	0.6	0	0	0.5	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0	0.4
2-й день	% *Hit*	100	100	100	96	84	100	100	100	93	75	93	93	76	54	43
	% *FA*	0	0	0	0	1.2	0.5	0	0	0	2	0	0.5	2.4	0	6.8
3-й день	% *Hit*	71	100	97	86	96	78	100	97	96	71	54	61	78	66	57
	% *FA*	0.6	0	0	1	3	1	0	1	0	0.5	0.5	1.1	2.4	0	3.2
Ранг стабильности		4	15	13	9	8	7	14	11	12	5	1	6	10	2	3

4.2.3.3. Изменение функционального состояния (ФС) испытуемых в течение РНД по данным наблюдения и самоотчетов

В течение трех дней эксперимента практически у всех испытуемых наблюдалось нарастание утомления, усталости. Это проявлялось в замедлении движений, понижении интереса к результатам своей работы, засыпании до начала опыта, а иногда и в процессе решения задачи. О значительном ухудшении ФС испытуемых свидетельствуют и результаты, полученные многими нашими коллегами, также принимавшими участие в исследовании (*Дикая*, 2003; *Семикин*, 1987; *Суходоев*, *Занковский*, 1987).

Во всех случаях испытуемые засыпали лишь на третий день. Чаще это происходило с «операторами» и «парашютистами», реже — с «йогами». Во время засыпания на ЭЭГ можно было видеть резкое увеличение амлитуды медленных волн в диапазоне ритмов дельта и тета. Практически всем испытуемым на вторые и особенно на третьи сутки РНД приходилось делать замечания, указывать на ошибки в связи с неожиданным падением ЭОС, а затем повторять серию заново. Особенно часто это происходило в начале опыта, в легких сериях.

В самоотчетах между сериями и в конце опыта многие испытуемые отмечали более или менее короткие моменты «выключения» из деятельности, когда они явно не спали, но и не могли выполнять инструкцию — следить за появлением нового стимула и давать ответ. Все отмечали непроизвольность появления таких периодов и четко осознавали, что в это время они делают ошибки. Такие кратковременные «провалы» в той или иной степени наблюдались у половины испытуемых.

Если, используя данные наблюдения, сравнить испытуемых по степени усталости, то наиболее уставшими выглядели «операторы» и двое испытуемых из группы «парашютистов». Наиболее «свежими» и менее утомленными нам и другим экспериментаторам казались «йоги».

4.2.3.4. Изменение разностного ПСС в течение трех дней РНД

Групповые данные (табл. 4.13) демонстрируют общее снижение выраженности разностного ПСС от первого к третьему

дню РНД, особенно в более трудных сериях (−12 и −16 дБ). На третий день эксперимента количество испытуемых, у которых статистически достоверно регистрировался разностный ПСС, почти в 2 раза меньше, чем в первый день.

Таблица 4.13

Амплитудно-временны́е параметры разностных ПСС, зарегистрированных в течение трех дней РНД в сериях с С/Ш от −6 до −16 дБ

Параметры	1-й день РНД				2-й день РНД				3-й день РНД			
	−6	−9	−12	−16	−6	−9	−12	−16	−6	−9	−12	−16
Амплитуда N2, мкВ	2.8	2.8	2.9	3.1	2.8	3.3	3.4	3.1	3.4	2.9	1.4	1.6
ПЛ N2, мс	268	278	303	348	275	288	290	316	279	327	346	361
Амплитуда P3, мкВ	3.1	3.3	3.1	2.5	4.2	4.4	3.8	3.1	2.7	–	–	–
ПЛ P3, мс	426	433	433	430	433	425	441	443	402	–	–	–
Кол.	15	15	11	10	15	12	10	6	13	7	5	3

Примечание. Кол. — количество испытуемых с выраженным разностным ПСС. Прочерки в последних столбцах таблицы означают, что ни у одного из испытуемых позитивный компонент P3 разностного ПСС не был выражен статистически достоверно (t-критерий, $p<0.05$).

На второй день РНД наблюдается общее увеличение амплитуды разностного ПСС во всех сериях по сравнению с первым днем. На второй день замечена интересная тенденция уменьшения амплитуды P3 в трудных сериях по сравнению с легкими сериями, чего не наблюдалось в первый день.

Падение амплитуды N2 от серии к серии на третий день выражено еще более отчетливо, хотя такая динамика может оказаться случайной за счет ее оценки по малому числу испытуемых в сериях с С/Ш −12 и −16 дБ.

В третий день почти у всех испытуемых очень слабо выражена позитивная волна P3, ее амплитуда статистически не достоверна в сериях с С/Ш −9 ... −16 дБ.

Временны́е параметры компонентов разностного ПСС в первый и второй дни различались незначительно, но на третий день наблюдалось заметное увеличение ПЛ негативного компонента N2 во всех сериях (W-критерий, $p<0.04$).

Таким образом, в третий день эксперимента с полной депривацией сна и работой испытуемых в РНД в целом по

группе имело место снижение выраженности компонентов N2 и P3 разностного ПСС, особенно его позитивной волны (P3), а также увеличение латентности негативной волны (N2).

4.2.3.5. Разностный ПСС как показатель ЭОС у различных групп испытуемых

Используем разностный ПСС (как объективный индикатор процесса обнаружения сигнала) для разделения наших испытуемых по ЭОС. Дифференцирующий критерий — выраженность разностного ПСС у данного испытуемого в различных сериях. В табл. 4.14 приведены данные о том, в какой наиболее трудной серии был выделен разностный ПСС у каждого испытуемого в течение трех дней РНД, т.е. насколько в нем отражаются различия шумового и сигнального стимулов у разных испытуемых.

Представленные в таком виде данные характеризуют, на наш взгляд, «разрешающую способность» испытуемого к обнаружению сигнала, оцененную по разностному ПСС. Чтобы сопоставить ЭЭГ-показатели обнаружения сигнала с поведенческими показателями (ВР, *P*(*Hit*), *P*(*FA*), *d'*), проранжируем всех испытуемых по выраженности у них разностного ПСС так, чтобы больший ранг получили те, у кого разностный ПСС зарегистрирован в более трудных сериях. Результат такого упорядочения испытуемых по результатам первого дня РНД представлен в

Таблица 4.14

Чувствительность разностного ПСС к стимульным различиям у разных испытуемых в течение эксперимента

Группа	«Парашютисты»			«Операторы»						«Йоги»					
Испытуемый	МВ	КС	КК	ВВ	МЮ	ДА	ФА	БА	ЗИ	ЗМ	ТЮ	СВ	МС	БВ	МВ
1-й день РНД	–16	–26	–22	–12	–22	–18	–12	–20	–20	–12	–9	–16	–6	–9	–9
2-й день РНД	–22	–26	–18	–18	–22	–18	–12	–18	–16	–9	–6	–18	–3	–9	–3
3-й день РНД	–16	–24	–16	–16	–9	–18	–12	–20	–9	–16	–3	–18	–3	–6	–3
Ранг	7	13	12	5	11	8	8	10	9	4	2	6	1	3	2

Примечание. Ранг — ранг выраженности разностного ПСС в 1-й день.

последней строке табл. 4.14. Аналогичное ранжирование испытуемых по поведенческим показателям ЭОС в серии с С/Ш −20 дБ для первого дня РНД см. в табл. 4.11. Даже непосредственное сравнение двух ранжированных рядов из табл. 4.11 и 4.14 демонстрирует сходство рангов выраженности разностного ПСС и рангов ЭОС по группе в целом. Расчет степени сопряженности двух типов показателей по коэффициенту ранговой корреляции Спирмена показывает наличие статистически достоверной корреляционной связи ($r=0.68$, $p<0.01$). Такое сходство психофизических и электрофизиологических показателей позволяет предположить, что по выраженности разностного ПСС можно оценивать успешность решения испытуемыми сенсорной задачи: чем труднее серия, в которой регистрируется разностный ПСС, тем успешнее испытуемый обнаруживает сигнал.

4.2.3.6. Разностный ПСС при кратковременном снижении ЭОС

Как уже отмечалось выше, на третий день РНД наблюдались случаи заметного снижения ЭОС в легких сериях с заведомо надпороговыми величинами С/Ш (от −3 до −12 дБ). В таких случаях после окончания серии испытуемым делали замечания о снижении успешности деятельности, напоминали о прежних показателях обнаружения. Как правило, этого было достаточно, чтобы активировать испытуемого и мобилизовать его на дальнейшую работу.

Для примера приведем данные испытуемого К.К., полученные на третий день РНД. В серии с С/Ш −12 дБ были получены следующие результаты: ВР=499 мс, $P(Hit)=0.72$, $P(FA)=0$. В повторной (после активирующего воздействия экспериментатора) серии произошло общее повышение ЭОС: ВР=404 мс, $P(Hit)=1.00$, $P(FA)=0$. Соответствующие этому опыту вызванные потенциалы и разностные ПСС приведены на рис. 4.6, где видно, что в первом случае на разностной кривой отсутствуют статистически достоверные колебания N2 и P3 (ср. с предыдущей серией С/Ш −9 дБ). В повторной серии наблюдается хорошо выраженный разностный ПСС, он сохраняется и в последующих сериях

(−16 и −18 дБ). Таким образом, в том случае, когда испытуемому удалось мобилизоваться и повысить внезапно упавшую ЭОС, это отразилось в появлении в ПСС компонентов N2 и P3.

Следует отметить, что попытки испытуемых активизироваться и повысить ЭОС в легких (надпороговых) сериях не

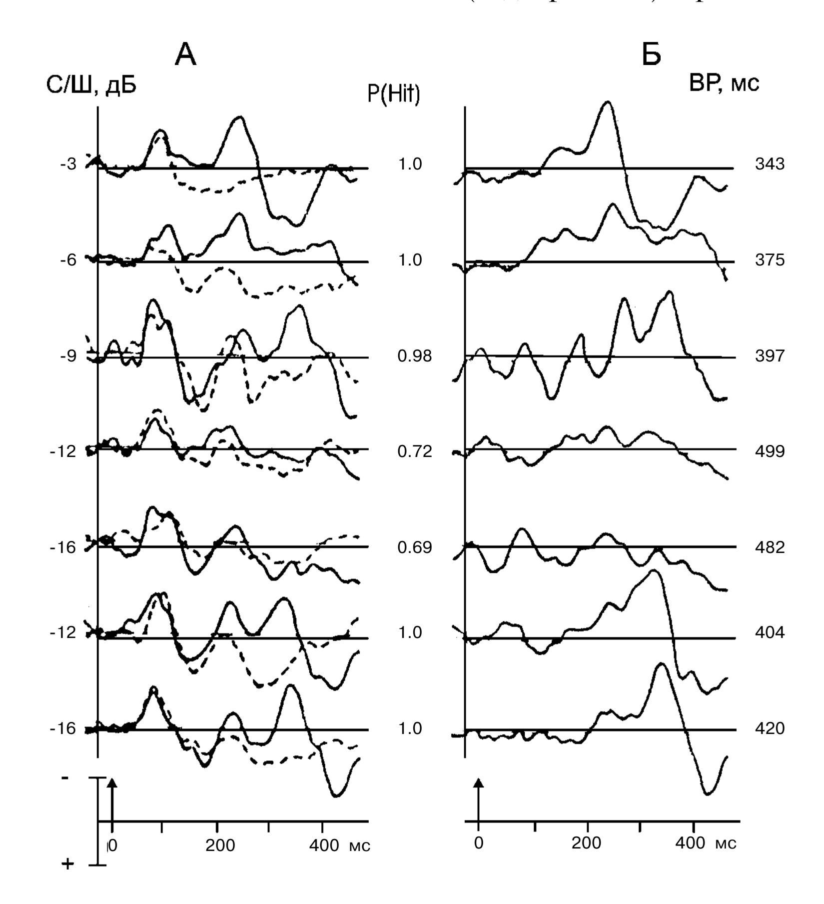


Рис. 4.6. А — ПСС на сигнальные (сплошная линия) и шумовые (пунктир) стимулы. Б — соответствующие им разностные ПСС при изменении величины С/Ш. Данные испытуемого К.К., 3-й день РНД. Справа от кривых даны показатели ЭОС в каждой серии: *P*(*Hit*) — вероятность правильных обнаружений и соответствующие этим ответам величины ВР. Калибровка 5 мкВ. Отведение C_z

всегда приводили к желаемому результату. Если повышение ЭОС в повторной серии не происходило, то появление компонентов N2 и P3 в разностном ПСС не наблюдалось (см. рис. 4.7). Испытуемый Ф.А. на третий день РНД, несмотря на

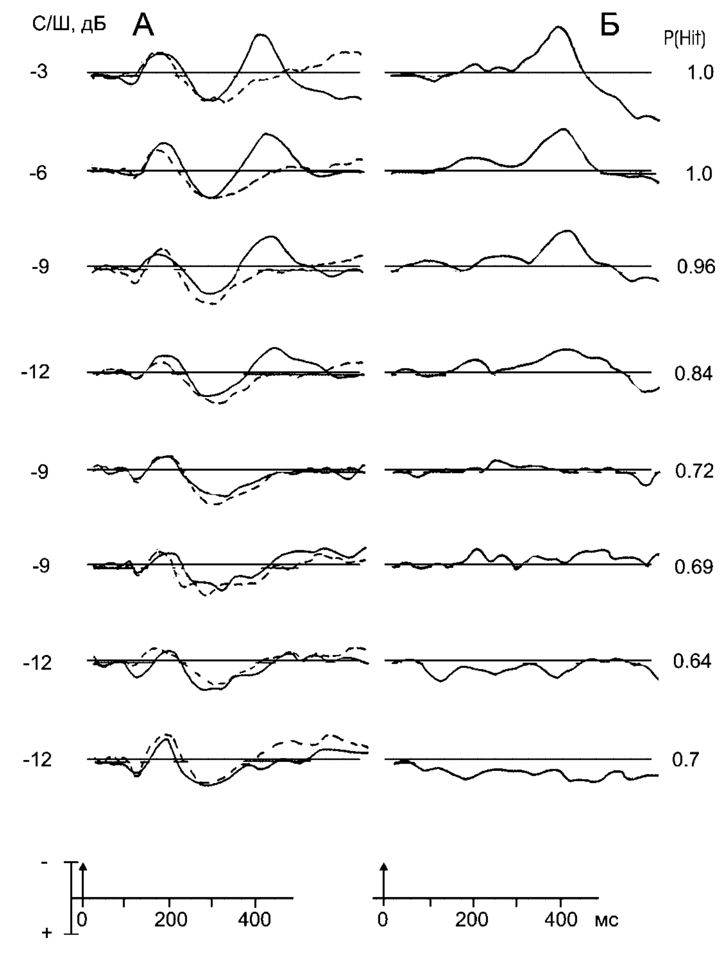


Рис. 4.7. А — ПСС на сигнальные (сплошная линия) и шумовые (пунктир) стимулы. Б — соответствующие им разностные ПСС на 3-й день РНД при резком снижении ЭОС в середине опыта. Данные испытуемого Ф.А. Справа от кривых даны соответствующие каждой серии вероятности правильного обнаружения сигнала, *P*(*Hit*). Калибровка 5 мкВ. Отведение C_Z

двукратное повторение серий с С/Ш −9 и −12 дБ, так и не смог восстановить исходную ЭОС в этих сериях.

В целом из 11 случаев резкого снижения ЭОС и исчезновения в разностном ПСС компонентов N2 и P3 только в пяти случаях в повторной серии было зарегистрировано улучшение поведенческих показателей и одновременное появление этих компонентов.

4.2.3.7. Изменение поведенческих и электрофизиологических показателей ЭОС в условиях 72-часовой депривации сна

В соответствии с задачей описываемого в данной главе исследования была проведена сравнительная оценка сенсорной чувствительности различных групп испытуемых к обнаружению сигнала по поведенческим и ЭЭГ-показателям в условиях трехсуточной непрерывной деятельности при полной депривации сна. Результаты эксперимента позволяют сделать заключение о надежной связи между традиционными психофизическими индексами, характеризующими ЭОС (ВР, *P*(*Hit*), *P*(*FA*), *d'*) и амплитудно-временны́ми параметрами вызванной активности мозга.

В качестве основного электрографического феномена нами анализировался негативно-позитивный комплекс колебаний N2—P3, регистрируемый на редкий сигнальный стимул. Основной факт заключается в закономерном увеличении пиковых латентностей (ПЛ) этих компонентов при усложнении задачи. Исчезновение указанных волн ПСС наблюдается около верхней границы пороговой зоны обнаруживаемых сигналов. Очень важно, что такая динамика амплитудно-временны́х параметров компонентов N2 и P3, выделяемых в разностном ПСС, является устойчиво регистрируемым фактом и не искажается индивидуальными вариациями формы ПСС или различиями в сенсорной чувствительности. Отсюда следует, что компоненты N2 и P3, выделенные в мозговой активности, вызванной стимулом, можно использовать для решения задач объективной сенсометрии. Полученные нами результаты в целом соответствуют имеющимся в литературе данным о перспективности использования вызванных потенциалов

мозга для изучения психологических механизмов и диагностики сенсорной функции (*Иваницкий и др.*, 1984; *Наатанен*, 1998; *Новикова, Рыбалко*, 1987; *Рутман*, 1979; *Kujala et al.*, 2001; *Naatanen*, 2000). Анализ литературных данных и их сопоставление с нашими результатами позволяют надеяться, что компоненты N2 и P3 отражают определенные мозговые механизмы, включенные в сенсорный процесс.

Специфика изменений этих компонентов, наблюдавшаяся в условиях РНД, когда имело место значительное ухудшение ФС наших испытуемых[9], приводит к ряду дополнительных предположений о функциональном значении этих компонентов. Так, обращает на себя особое внимание значительное снижение в третий день РНД выраженности P3 по сравнению с выраженностью N2. Наши данные вполне определенно свидетельствуют в пользу предположения, что в компоненте P3 отражаются в большей степени активационные механизмы процесса переработки информации, чем когнитивные.

Перечислим факты, свидетельствующие в пользу такой интерпретации.

1. Многочисленные литературные данные о появлении P3 при реакциях на значимые стимулы в ситуации ориентировки и в тех условиях, когда требуется включение произвольных процессов регуляции деятельности (*Кануников, Ветошева*, 1988; *Костандов*, 1983; *Наатанен*, 1998; *Рутман*, 1979; *Naatanen*, 1986, 2000; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983).

2. Снижение на третий день РНД главным образом способности испытуемых к произвольной активации, возможности поддерживать оптимальный уровень произвольного внимания при незначительном изменении сенсорной чувствительности.

Необходимо подчеркнуть, что компонент P3, по-видимому, отражает механизм, обеспечивающий процессы

---

[9] Подробный анализ изменения функционального состояния наших испытуемых в ходе эксперимента дан в диссертациях В.В. Семикина (1986), Л.Г. Дикой (2003), а также в ряде статей (*Семикин*, 1987; *Суходоев*, *Занковский*, 1987; и др.).

более высокого уровня, нежели активация, вызванная сенсорной стимуляцией (по типу активационного компонента N1 в классификации Р. Наатанена). Скорее, он отражает те процессы, которые в последние годы называют «когнитивной активацией» (*Люютинен*, 1986, 1987; *Lyytinen*, 1975) и которые А.Р. Лурия (1969) связывал с функцией лобных долей.

Таким образом, значительную редукцию амплитуды Р3 мы связываем с ухудшением ФС испытуемых, со снижением общего уровня их активированности, что закономерно приводит к уменьшению способности произвольной регуляции своего внимания при решении сенсорной задачи. Отметим особо, что условия 72-часовой непрерывной деятельности и асомнии привели к значительному уменьшению возможностей наших испытуемых регулировать свое состояние (*Семикин*, 1986). Это, в свою очередь, привело к переходу испытуемых в так называемый «блочный» режим работы, когда периоды оптимальной эффективности сменялись периодами срывов и отказов от выполнения деятельности (*Дикая*, 1987, 2003; *Дикая и др.*, 1992).

Многие экспериментаторы, участвовавшие в трехсуточном эксперименте, отмечали, что почти все испытуемые могли на короткое время мобилизоваться и повысить ЭОС[10] практически до исходного уровня, но были не в состоянии поддерживать такой уровень волевого усилия в течение всего опыта. Поэтому, основываясь на данном соображении, мы склонны предположить, что редукция амплитуды Р3 связана со снижением способности произвольной саморегуляции деятельности, что вызвано утомлением и значительным ухудшением ФС. Фактически мы можем говорить о том, что сниженный уровень активированности испытуемых (постоптимальный уровень — см.: *Welford*, 1962, 1973) не давал достаточной энергетической основы для поддержания степени усилия, необходимой для решения задачи.

В контексте обсуждаемой проблемы вопрос о селективной (по сравнению с N2) редукции компонента Р3 пред-

---

[10] В экспериментах был представлен широкий спектр психологических задач (см.: Методики..., 1989).

ставляет интерес еще один аспект, связанный с анализом психофизиологических механизмов обнаружения сигнала. Дело в том, что при предъявлении редкого целевого стимула ($P(S)$=0.2) и достаточно высоком темпе стимуляции складывались условия для формирования механизма обнаружения сигнала по типу фиксации нервной модели стимула и сравнения с ней актуально действующего стимула (*Наатанен*, 1998; *Naatanen*, 1986; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983). В условиях высокой тренированности испытуемых обнаружение сигнала, отражавшееся в появлении компонента N2, могло происходить в большей степени автоматически. Как известно, комплекс компонентов N2—P3 появляется в ПСС лишь в условиях активного внимания к целевому стимулу (*Наатанен*, 1998; *Loveless*, 1983; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983), а компонент N2a («негативность рассогласования») отражает автоматическую фиксацию рассогласования текущего стимула с нервной моделью. Следовательно, редукцию P3, по-видимому, можно рассматривать как результат снижения активационных изменений «по поводу» уже обнаруженного стимула, а относительную неизменность N2 можно оценить как подтверждение сохранности собственно сенсорной части процесса обнаружения.

Обратим еще раз внимание на то, что в целом сенсорная чувствительность в ходе РНД изменялась незначительно, тогда как в более легких (надпороговых) сериях ЭОС могла заметно снижаться. На наш взгляд, эти факты являются прямым следствием активирующего влияния на испытуемого требований самой задачи. В пороговых сериях сам фактор высокой трудности решаемой задачи оказывал особое, дополнительно мотивирующее влияние, способное вызвать необходимое усилие для поддержания устойчивого внимания. В более легких (надпороговых) сериях решающую роль играл фактор монотонии, снижавший степень усилия, необходимого для поддержания высокого уровня бдительности.

В то же время в литературе приводятся данные о более значительных изменениях чувствительности (*Забродин и др.*, 1979; *Пахомов*, *Шаповалов*, 1980; *Фришман*, 1987). По нашему мнению, полученным результатам можно дать следующее объяснение.

1. С одной стороны, высокий темп стимуляции требовал от испытуемых в наших опытах максимально возможной бдительности и не создавал впечатления выраженной монотонии по сравнению с теми условиями, которые были созданы в упомянутых выше работах, где межстимульный интервал был в 3—4 раза больше.

2. С другой стороны, низкая вероятность предъявления сигнального стимула не требовала от испытуемого предельного ежесекундного напряжения, давая ему возможность отслеживать лишь появление сигнала, реагировать на «шумы», оптимально тратить энергию и, следовательно, работать в «квазиблочном» режиме.

Интересно, что вслед за окончанием последней (самой трудной, пороговой) серии испытуемым предлагалась легкая задача на обнаружение надпорогового сигнала при межстимульном интервале 2—4 с. В этих условиях через 20—30 проб испытуемые на вторые и третьи сутки РНД делали очень много ошибок и начинали работать в типично «блочном» режиме. Их оценка опыта была следующая: «Страшная монотония! Сигнал слышу, а сил нажать на кнопку нет. Хочу ответить, а уже идет следующий стимул. Постоянно запаздываю с ответом» (из протокола испытуемого М.Ю.).

Снижение ЭОС (главным образом за счет пропусков) в надпороговых сериях в течение вторых и особенно третьих суток РНД достаточно хорошо объяснялось самими испытуемыми. В самоотчетах они отмечали, что первые 3—4 серии очень легкие, поэтому саму по себе задачу обнаружения сигнала они не принимали всерьез. Было очень трудно заставить себя сосредоточиться на задаче обнаружения как таковой («А что здесь обнаруживать? Зачем напрягаться? Я его [сигнал] и так слышу!») и постоянно прилагать необходимое волевое усилие. Монотонность выполняемой деятельности сразу же становилась очевидной. Возникала ситуация снижения значимости решения задачи, появлялось чувство отчужденности от конкретной цели. По-видимому, мотив «хорошо работать вообще» переставал действовать и, таким образом, не создавал необходимого оптимума мотивации. Вследствие этого испытуемые почти всегда игнорировали замечания экспериментатора о пло-

хой работе в легких сериях, чего никогда не происходило в трудных (пороговых) сериях, когда они живо интересовались не только результатами своей работы, но и успехами других членов экипажа. Фактически исчезало то, что Г. Мюррей описывал как типичные проявления мотивации достижения (см. главу 2).

Таким образом, наши результаты наглядно показали, что в ситуации значительного снижения общего уровня активации и при дефиците усилия, направленного на решение задачи, мы наблюдаем снижение ЭОС. Этот тезис подтверждают и поведенческие показатели ЭОС, и психофизиологические индикаторы мозговых механизмов, реализующих сенсорный процесс.

Описывая влияние особых условий деятельности на эффективность решения сенсорной задачи, нельзя не отметить важность вопроса о количестве информационной нагрузки, с которой испытуемый может работать без заметного снижения результатов. В описываемых нами опытах одна пороговая серия стимулов длилась 5—6 минут. В этих условиях сенсорная способность значительно не снижалась, ошибочные ответы равномерно распределялись в течение серии. Данный результат уместно сопоставить с результатом, полученным нами в опытах с 96-часовым РНД (*Гусев*, 1989; *Дикая и др.*, 1992), когда испытуемые обнаруживали пороговые сигналы в опыте длительностью 20 минут. В этих экспериментах при сильном утомлении (двоетрое суток без сна) испытуемые не могли в течение всего времени поддерживать постоянный уровень ЭОС. В их деятельности наблюдались отчетливые периоды высокой и низкой эффективности (по 3—5 минут). При оценке сенсорной чувствительности в целом по опыту индекс d' значительно (в 1.5—1.6 раза) снижался по сравнению с фоновыми опытами. Однако расчеты d', выполненные раздельно по периодам с высокой и низкой ЭОС, показали: если оценить этот индекс по периодам высокой ЭОС, то он практически не отличается от d' в фоновых опытах; и напротив, величины d', рассчитанные в периоды резкого падения ЭОС, были значительно ниже, чем в фоновых опытах: фактически чувствительность снижалась до нуля

(вероятность правильных обнаружений приблизительно равнялась вероятности ложных тревог). Это сравнение позволяет еще раз акцентировать один важный результат: при значительном ухудшении ФС предельные сенсорные возможности человека могут снижаться незначительно, однако продолжительное поддержание высокого уровня ЭОС становится невозможным.

Последнее замечание свидетельствует в пользу ресурсной интерпретации феноменов изменения ЭОС в наших опытах. А именно: падение активации и дефицит усилия, направляемого на решение сенсорной задачи, снижают доступность общих когнитивных ресурсов, привлекаемых для ее решения.

Рассматривая возможные психофизиологические механизмы, лежащие в основе процесса обнаружения сигнала, можно предположить, что увеличение пиковой латентности компонента N2 ПСС на третьи сутки РНД отражает возрастание времени, необходимого для реализации процесса сравнения действующего сигнала с сенсорным эталоном в памяти. Эти данные могут свидетельствовать о том, что ухудшение ФС испытуемых, вызванное условиями РНД, оказывает влияние и на сенсорную часть процесса обнаружения сигнала. О конкретной природе этой задержки можно строить лишь самые предварительные предположения. С нашей точки зрения, объяснение состоит в том, что при снижении общего уровня активации определенным образом трансформируются обе стороны, участвующие в процессе сравнения. Во-первых, может происходить изменение афферентного звена сенсорной системы — «размывание» профиля возбуждения нейронов-детекторов (о колебаниях параметров рецептивных полей недвусмысленно свидетельствуют данные нейрофизиологов — см.: *Соколов*, 1981*а*). Во-вторых, вследствие нестабильности на афферентном уровне формирующаяся нервная модель стимула также становится менее селективной (более «размытой»). Таким образом, в результате повышения общей нестабильности требуется больше времени, или, используя терминологию Л.И. Переслени (*Переслени*, 1980; *Переслени и др.*, 1987; *Эдельмен*, 1980), больше повторных циклов в системе, осуществляющей сравнение.

4.2.3.8. Роль индивидуальных различий испытуемых при решении сенсорной задачи в особых условиях

Обнаруженную в эксперименте более низкую сенсорную способность группы «йогов» можно объяснить тем, что в течение всего эксперимента «йоги» помимо основной деятельности усиленно занимались саморегуляцией для поддержания оптимума самочувствия (*Семикин*, 1986). Наши наблюдения и самоотчеты испытуемых-«йогов» позволяют думать, что саморегуляция имела для них первостепенную значимость, тогда как основная деятельность — обнаружение сигнала — могла отходить на второй план. Здесь вполне уместна аналогия с парадигмой двойной задачи, используемой в современных исследованиях проблемы бдительности (см. обзор литературы в главе 2). Фактически внимание этих испытуемых распределялось между двумя задачами — слежением за изменением своего состояния в ходе опыта и слежением за изменениями стимульной ситуации. Пока у них хватало ресурсов для решения обеих задач (в легких, надпороговых сериях), интерференция не была заметна. Как только приходилось решать более трудную сенсорную задачу (в пороговой области), ресурсов становилось явно недостаточно. Поэтому испытуемые, имевшие навыки саморегуляции по системе йогов, не показали высокой ЭОС в трудных сериях, но зато работали вполне надежно в сериях низкой и средней трудности. Произошло то, что в рамках психологической теории деятельности хорошо известно как феномен сдвига мотива на цель (*Леонтьев*, 1983). «Йоги» успешно обнаруживали сигналы до тех пор, пока эта деятельность не становилась слишком сложной и начинала мешать активной саморегуляции. Очевидно, что *знаемая цель* (решать заданную инструкцией задачу на обнаружение сигналов) фактически входила в противоречие с *реально действующей целью* (поддерживать в определенных пределах оптимум самочувствия). Результаты анализа мозговых ПСС подтверждают высказанную мысль.

В группах «операторов» и «парашютистов» имела место иная структура целеполагания. Основная мотивация этих

испытуемых в данной, особым образом организованной деятельности заключалась в том, чтобы показать себя как профессионалов, способных, несмотря на усталость и крайнее утомление, выполнять разнообразные задачи, предлагаемые психологами. В этих группах был максимально выражен мотив соревнования, все ресурсы были направлены на то, чтобы выполнить поставленную задачу. Поэтому «операторы» и «парашютисты» решали наиболее трудные сенсорные задачи, хотя и выглядели более усталыми.

4.2.3.9. Особенности индивидуальной динамики ЭОС при значительных изменениях активации в ходе опыта

В данном разделе мы сосредоточим внимание на интраиндивидуальном анализе динамики решения сенсорной задачи в рамках одного длительного (20 минут) опыта в зависимости от изменения уровня активации, контролировавшегося с помощью оценки спектральных параметров ЭЭГ.

В целом представляемый здесь эксперимент был организован аналогично эксперименту, описанному выше. Однако особые условия деятельности испытуемого моделировались иначе. Это было многосуточное исследование (15 и 30 дней), в ходе которого испытуемые работали в условиях адаптации к «сдвинутым» суткам — на 8 часов «вправо» (сон с 10.00 до 18.00) и на 8 часов «влево» (сон с 18.00 до 2.00) — или к уменьшению времени сна до четырех часов вместо обычных восьми. В ходе этого эксперимента дважды (в начале и в конце периода адаптации) моделировался аварийный режим работы путем введения 48-часового РНД с полным лишением сна. Всего в опытах участвовало 9 испытуемых (6 мужчин и 3 женщины). Подробности проведения экспериментов описаны в нашей работе (*Гусев*, 1989).

Опыты состояли из двух серий по 450 проб с пороговым С/Ш от −22 до −26 дБ. $P(S)=0.5$, межстимульный интервал варьировался от 2 до 4 с.

Обработка данных проводилась после эксперимента путем расчета поведенческих индексов ЭОС и спектров мощности ЭЭГ.

В плане общего обзора полученных нами результатов отметим, что в самые сложные периоды работы (начальный период адаптации и второй день РНД) у испытуемых было обнаружено статистически значимое снижение ЭОС, которое достоверно соотносилось с закономерными изменениями показателей ЭЭГ-активации (*Гусев*, 1989; *Дикая и др.*, 1992). Значительное снижение активации выявлено по грубым изменениям спектров мощности ЭЭГ (в целом по опыту) во всех пяти стандартных частотных диапазонах — дельта, тета, альфа, бета1 и бета2. Проведенный нами анализ усредненных спектров ЭЭГ по опыту в целом, названный нами анализом на *макро*интервалах времени, — это вполне стандартный подход для многих исследователей. В итоге мы получили стандартные и ожидаемые результаты о связи ЭЭГ-активации и эффективности деятельности.

Именно в эти периоды эксперимента мы и проводили подробный анализ изменения эффективности обнаружения порогового сигнала путем соотнесения *тонкой динамики* поведенческих показателей с текущими изменениями ЭЭГ-активации от пробы к пробе. Этот анализ назван нами анализом процесса обнаружения сигнала на *микро*интервалах времени.

Как было указано выше, в особых условиях деятельности, на стадии некомпенсируемого утомления, в динамике работоспособности можно отчетливо выделить выраженные периоды пониженной и повышенной ЭОС. Этот феномен представляет большой интерес, поскольку его связывают с исчезновением компенсаторных возможностей человека и переходом активационных систем на дискретный режим функционирования (*Дикая*, 1985; *Дикая*, *Салманина*, 1982). Поэтому представляется целесообразным проанализировать ковариации показателей ЭОС и ЭЭГ-активации на *микро*-уровне, т.е. в пределах одного опыта. Судя по литературным данным, подобный (качественно-количественый) анализ еще не проводился[11].

[11] Программное обеспечение для проведения такого рода анализа было разработано нами совместно с сотрудниками ИП РАН С.А. Варашкевичем и О.Л. Дубнер.

При сопоставлении поведенческих и ЭЭГ-данных в рамках одного опыта мы выбирали участки низкой и высокой ЭОС и сравнивали их со спектрами мощности ЭЭГ (одиночными или суммарными), соответствующими этим участкам.

На рис. 4.8 и 4.9 представлены варианты совместной динамики психофизических индексов и показателей ЭЭГ-активации в фоновых условиях и в конце второго дня РНД. На рис. 4.8 (ось Miss/FA) можно выделить два небольших периода пониженной ЭОС: со 178-й по 198-ю пробу и с 216-й по 228-ю; в целом ошибки распределены достаточно равномерно. Анализируя спектры ЭЭГ, мы не находим каких-либо изменений в эти периоды. Единственное заметное отклонение можно увидеть на верхней кривой (частотный диапазон бета2: 20—30 Гц), но оно соответствует отрезку достаточно стабильной работы.

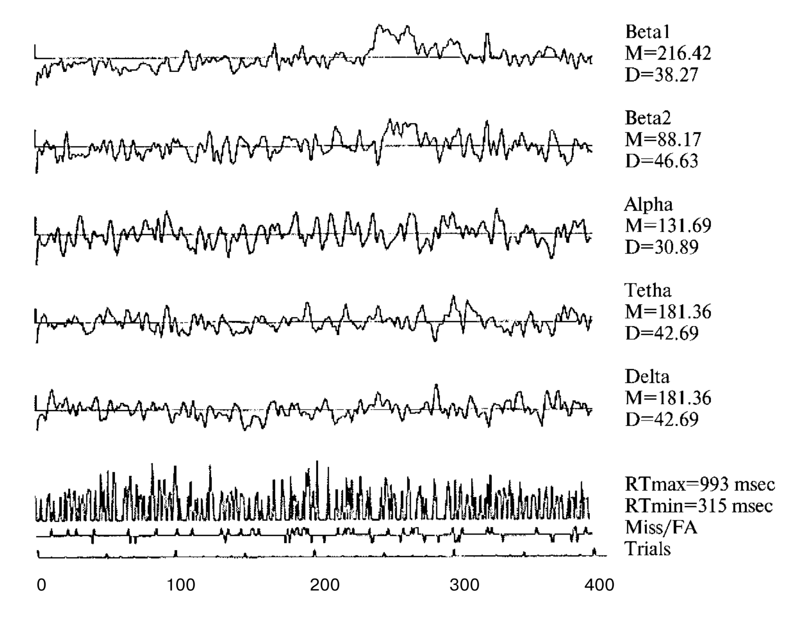


Рис. 4.8. Спектры мощности ЭЭГ в фоновом опыте. Данные испытуемого М.Б. М — среднее значение спектральной мощности ЭЭГ по опыту, D — дисперсия спектральных оценок. Miss/Fa: отметки вверх — пропуски, вниз — ложные тревоги, горизонтальные участки — правильные ответы. Отведение C_z

Иная картина представлена на рис. 4.9. Во-первых, здесь более выражены периоды высокой и очень низкой ЭОС: 1) четко выделяются отрезки с 1-й по 48-ю, с 98-й по 155-ю, со 193-й по 208-ю и с 293-й по 308-ю пробу, где практически не было ошибок; 2) отчетливо выражены периоды с 50-й по 97-ю, с 230-й по 291-ю и с 309-й по 332-ю пробу, где вероятности правильных и ошибочных ответов приблизительно равны. Во-вторых, в периоды пониженной ЭОС заметны резкие изменения мощности различных диапазонов спектра ЭЭГ: наблюдается значительное увеличение спектральной мощности трех-четырех анализируемых частотных диапазонов. В целом аналогичная картина дана на рис. 4.10 (исп. М.Б., вторые сутки РНД). Здесь также выражены периоды высокой и низкой ЭОС. Явно выделяется отрезок с 1-й по 95-ю пробу, где было всего 9 пропусков, и отрезок с 213-й по 333-ю пробу, где

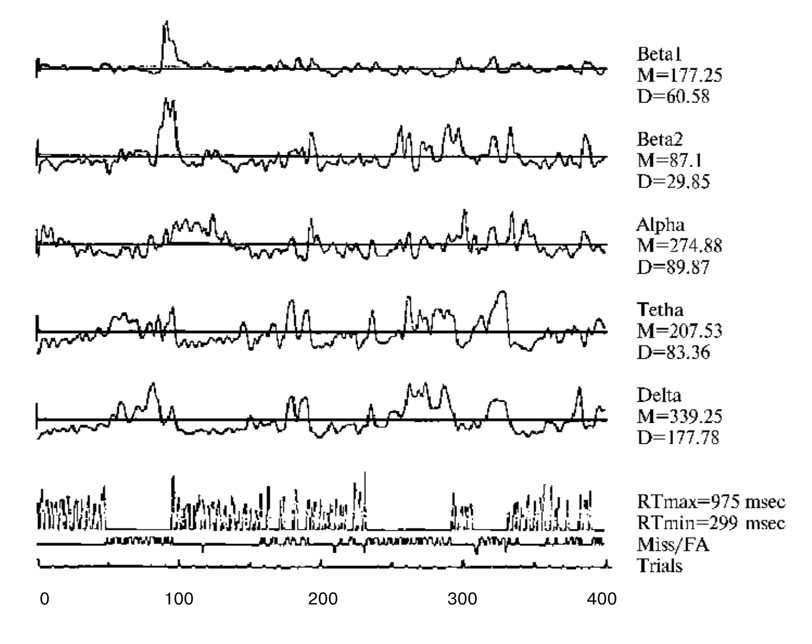


Рис. 4.9. Спектры мощности ЭЭГ в период хорошей ЭОС и в период «провала». Данные испытуемого Р.Б., 1-й день РНД. Обозначения те же, что на рис. 4.8. Отведение C_Z

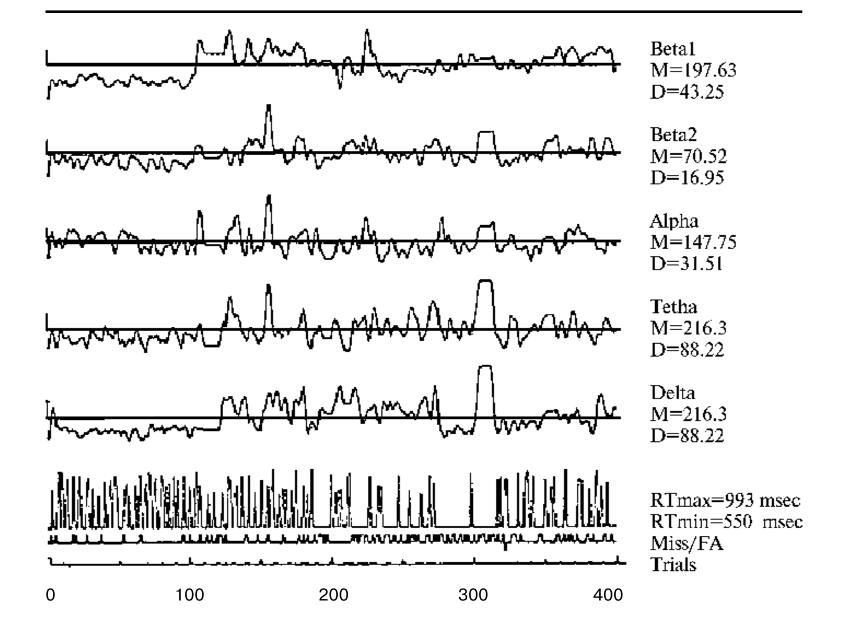


Рис. 4.10. Спектры мощности ЭЭГ в период хорошей ЭОС и в период «провала». Данные испытуемого М.Б., 2-й день РНД. Обозначения те же, что на рис. 4.8. Отведение C_Z

вероятности правильного обнаружения сигналов и пропусков приблизительно равны. Заметны резкие изменения в мощности различных диапазонов спектра ЭЭГ: приблизительно с 100-й пробы — резкое увеличение мощности в диапазонах ритмов дельта и бета2 с одновременным значительным ростом вариативности спектральных оценок. В период с 290-й по 315-ю пробу, когда испытуемый обнаружил лишь один сигнал из двенадцати предъявленных, наблюдалось резкое увеличение мощности низкочастотных диапазонов спектра ЭЭГ (дельта и тета). Небольшой период высокоэффективной работы с 332-й по 365-ю пробу (всего 6 ошибок) сопровождался явным снижением спектральной мощности по всем диапазонам, особенно в области 2—4 и 15—18 Гц.

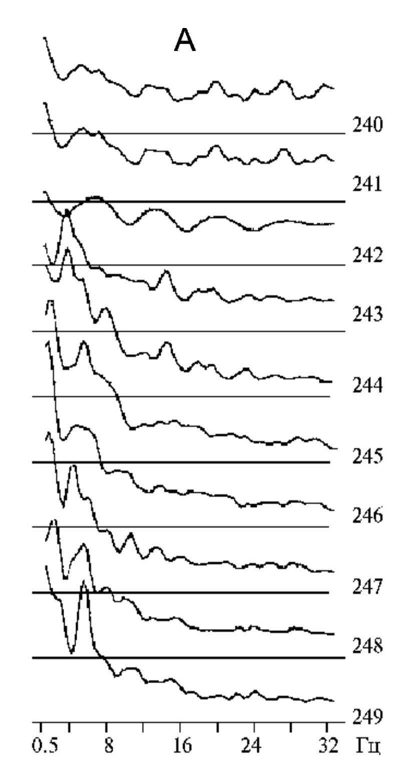
Представляется интересным рассмотреть *микро*динамику спектра ЭЭГ на границе перехода между периодами высо-

кой и низкой ЭОС. Для этого представим изменение спектра ЭЭГ на интересующем нас отрезке опыта в виде нормированных спектральных кривых, соответствующих каждой отдельной пробе. Сделанная нормировка спектров ЭЭГ заключается в том, что площадь под спектральной кривой остается всегда одинаковой. Использование этого приема позволяет оценить *относительные* изменения выраженности в спектре ЭЭГ различных частотных составляющих. На рис. 4.11, А приведены спектрограммы отдельных ЭЭГ-реализаций, соответствующие 10 последовательным пробам одного опыта. Отчетливо видно, что в интервале между пробами 243 и 244 произошло резкое изменение формы спектральной кривой: в общей спектральной мощности уменьшилась доля альфа-колебаний и увеличилась доля низкочастотных составляющих. Отметим, что эта достаточно массивная перестройка спектра ЭЭГ произошла очень быстро — всего за 4—5 секунд. Этот факт хорошо соответствует данным самонаблюдений испытуемых в такие периоды, когда они отмечали очень резкие изменения самочувствия и работоспособности, обозначаемые ими как «провалы», «отключения», «срывы».

Более отчетливая картина этих же изменений показана на рис. 4.11, Б, где приведены спектры ЭЭГ, усредненные в период «провала» (пробы 243—252) и предшествующий ему период хорошей эффективности (пробы 230—241). В целом подобный паттерн изменений в спектре ЭЭГ, выражающийся в резком усилении медленных частот и снижении альфа-колебаний, в той или иной степени наблюдался у большинства испытуемых в периоды значительного снижения ЭОС. Почти все испытуемые сообщали нам после опыта, что в такие периоды они полностью «выключались» из деятельности и могли на короткое время даже заснуть.

Еще раз подчеркнем, что описанный выше тип содружественных изменений поведенческих показателей обнаружения сигнала и физиологических показателей активации мозга наблюдался лишь в случаях значительного ухудшения ФС испытуемых, вызванного сильным утомлением.

Отметим также, что диапазон возможных изменений спектра ЭЭГ в периоды высокой и пониженной ЭОС был



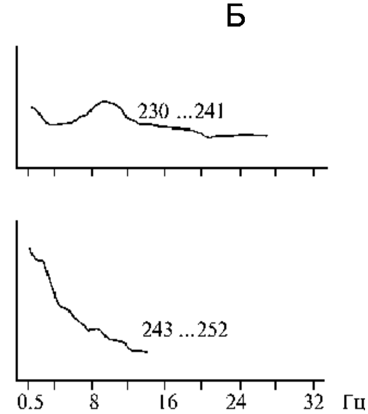


Рис. 4.11. Спектры мощности ЭЭГ в период хорошей ЭОС и в период «провала». А — спектры, соответствующие отдельным пробам опыта (цифры справа). Б — спектры, усредненные за соответствующий период опыта. Ось абсцисс — частота в Гц, ось ординат — нормированные значения плотности спектральной мощности в условных единицах. Отведение C_Z

весьма широким, а характер этих изменений — весьма разнообразным. Наблюдавшиеся перестройки спектра ЭЭГ в целом аналогичны тем, которые приводятся в соответствующей литературе (*Гусев*, 1989; *Дикая и др.*, 1992; *Дикая, Салманина*, 1982).

В контексте исследуемого вопроса о динамике спектра ЭЭГ на небольших интервалах времени и ее связи с ЭОС очень важно, что явная корреляция этих изменений наблюдалась лишь в трудные периоды эксперимента, когда резервы работоспособности и саморегуляции оказывались на пределе. В тех случаях, когда испытуемые выполняли деятельность в нормальном ФС (фоновые опыты), можно

было наблюдать изменения спектра ЭЭГ без какого-либо снижения ЭОС. В среднем по группе испытуемых в нормальных условиях лишь в 50% всех проанализированных случаев мы установили четкую ковариацию поведенческих и ЭЭГ-показателей. Этот факт, по-видимому, объясняется широкой нормой ЭЭГ-изменений, соответствующих оптимальному уровню эффективности деятельности.

Выделив в рамках одного опыта периоды «провалов» и периоды высокой ЭОС не только по поведенческим ответам, но и по динамике спектра ЭЭГ (т.е. имея возможность дополнительно верифицировать появление «провалов» с помощью биопотенциалов мозга), оценим, изменялась ли в трудных условиях деятельности *сенсорная чувствительность* как таковая независимо от появления периодов «провалов». Этот вопрос до сих пор неясен, поскольку выше при расчете индекса *d'* в трехсуточных экспериментах с РНД (см. табл. 4.9 и 4.12) мы учитывали средние данные по всему опыту, включая и периоды «провалов». Таким образом, «чистая» мера сенсорной способности фактически «загрязнялась» периодами более и менее полного «выключения» испытуемого из деятельности. С этой целью были выбраны такие опыты, в которых периоды высокой ЭОС явно сменялись периодами резкого снижения, и последние сопровождались соответствующими изменениями в спектре ЭЭГ. По этим опытам производились расчеты *d'* отдельно для периодов «провалов» и остальной части опыта (табл. 4.15).

Таблица 4.15

Эффективность обнаружения сигнала в трудных условиях эксперимента (средняя, во время «провалов» и без учета «провалов»)

Испытуемые	В среднем по опыту			В «провале»			Без учета «провалов»		
	P (*Hit*)	*P* (*FA*)	*d'*	*P* (*Hit*)	*P* (*FA*)	*d'*	*P* (*Hit*)	*P* (*FA*)	*d'*
Р.Б. ($d'_{фон}$ =2.06)	0.49	0.13	1.01	0.03	0.005	0.44	0.66	0.06	1.96
Х.Р. ($d'_{фон}$ =2.82)	0.71	0.17	1.64	0.06	0.01	0.77	0.84	0.07	2.40
С.В. ($d'_{фон}$=1.94)	0.41	0.09	1.11	0.00	0.005	–	0.67	0.07	1.91
Б.К. ($d'_{фон}$ =2.63)	0.39	0.03	1.60	0.00	0.00	–	0.85	0.04	2.79
Среднее по столбцу	0.5	0.105	1.34	0.09	0.02	0.3	0.76	0.06	2.27

Как видно из приведенных расчетов, ЭОС в периоды «провалов» практически снижена до нуля. Напротив, показатели сенсорной чувствительности, оцененные для остальной части опыта, высоки и превышают соответствующие средние показатели по опыту в целом. Сопоставление этих «очищенных от провалов» данных с показателями сенсорной чувствительности испытуемых в нормальных условиях (в фоновых опытах), которые даны в скобках рядом с инициалами испытуемых, показывает, что они практически не отличаются. Этот результат может служить хорошим подтверждением сделанному нами ранее заключению, что в условиях значительного ухудшения ФС человека его сенсорная чувствительность изменяется незначительно. В то же время очевидно, что средняя ЭОС в ходе опыта может сильно снижаться за счет появления периодов «провалов», сопровождающихся резкими изменениями уровня активации.

4.2.3.10. Взаимосвязь динамики поведенческих показателей ЭОС и ЭЭГ-активации

Представленные результаты дают возможность оценить степень изменения успешности решения сенсорной задачи и спектра ЭЭГ при работе испытуемых в особых (усложненных) условиях деятельности. Не рассматривая детальную динамику в ходе длительного эксперимента, мы попытались показать на крупных срезах только крайние точки, где наблюдались значительные сдвиги ФС. Оказалось, что диапазон возможных изменений поведенческих показателей и ЭЭГ-параметров довольно велик. Однако особый интерес для нас представляют не конкретные значения самих изменений, а их взаимосвязь, а именно степень влияния активации на успешность деятельности. При обсуждении этого вопроса, на наш взгляд, крайне важно подчеркнуть следующее: при сильном изменении ФС человека значительно усиливается взаимосвязь показателей уровня активации и деятельности. По-видимому, полученные факты могут найти адекватное объяснение в контексте тех моделей бдительности, где постулируется немонотонная зависимость эффективности деятельности от уров-

ня активированности субъекта[12] (*Фришман*, 1979, 1987; *Corcoran*, 1972; *Welford*, 1973). От того, на каком уровне активированности (субоптимальном, оптимальном или постоптимальном) находится субъект, будет зависеть направление и величина изменения эффективности его деятельности при дальнейшем изменении активированности. В нашем случае, когда вследствие сильного утомления испытуемые находились на субоптимальном уровне, снижение активированности приводило к падению ЭОС. Подобную картину мы наблюдали у большей части испытуемых, выполнявших сенсорную задачу в особых условиях.

Исследование динамики ЭОС и ЭЭГ-активации в ходе одного опыта показало, что операторы не могут постоянно поддерживать некоторый средний уровень активированности, поэтому и наблюдаются резко выраженные периоды снижения ЭОС. Можно предположить, что когда при резком снижении ЭЭГ-активации мы фиксируем соответствующее падение ЭОС, наблюдаемые изменения происходят в локальных окрестностях точки перегиба гипотетической U-образной кривой «активация →ЭОС». Особый интерес, на наш взгляд, представляет тот факт, что эти переходы происходят очень быстро (4—5 секунд), характеризуя тем самым специфику так называемого «блочного» режима деятельности[13] (*Дикая*, 1985, 2002).

---

[12] Как один из вариантов эта зависимость представляется в виде инвертированной U-образной кривой (см.: *Corcoran*, 1972).

[13] По словам одного специалиста в области клинической электроэнцефалографии, в наших опытах он наблюдал по ЭЭГ невероятно быстрые переходы от высокого уровня бодрствования до стадий глубокого сна, чего никогда не наблюдается в обычных условиях.

Глава 5
Дифференциальная психофизика сенсорных задач: деятельностная парадигма в психофизике

Заключительная глава книги посвящена методологическому осмыслению результатов, полученных в наших экспериментах, и подведению итогов исследования в целом.

5.1. Деятельностная детерминация процесса обнаружения сигнала

В проведенном исследовании дано теоретическое рассмотрение психофизического процесса обнаружения сигнала как решения особого рода сенсорной задачи, а также получены эмпирические подтверждения продуктивности такого подхода посредством экспериментального изучения роли ситуационных и индивидуально-личностных детерминант решения человеком задачи обнаружения сигнала. Мы предполагали, что в соответствии с положениями общепсихологической теории деятельности (*Леонтьев А.Н.*, 1983) условия решения сенсорной задачи и индивидуально-психологические различия испытуемых будут определять изменения показателей эффективности обнаружения сигнала (ЭОС) и закономерно отражаться в динамике психофизиологических механизмов, реализующих процесс обнаружения сигнала. Таким образом, мы попытались выйти за традиционные для психофизики рамки рассмотрения процесса обнаружения сигнала — перейти от контроля физических характеристик стимуляции к анализу пове-

денческих мер ЭОС. Более широкий общепсихологический взгляд на проблему привел нас к необходимости рассмотреть внешние и внутренние детерминанты сенсорного процесса и, таким образом, преодолеть известный «постулат непосредственности» (см.: *Узнадзе*, 1997).

Рассматривая проблематику современной психофизики, мы обнаружили, что в отечественной психологической науке развивается продуктивный подход — психофизика активного субъекта (*Бардин и др.*, 1991), — в котором находят свое отражение принципы системно-деятельностного подхода, развиваемого учениками и последователями А.Н. Леонтьева (*Асмолов*, 1983, 1985, 2001; *Давыдов*, 1983; *Леонтьев А.А.*, 2001).

Мы полагаем, что в представленном исследовании в определенной мере был реализован *принцип развития* изучаемого психического процесса и связанный с ним метод анализа *изменений* психического отражения в контексте функционального развития деятельности. В ходе обработки экспериментальных данных и анализа полученных результатов мы специально исследовали динамические характеристики процесса решения испытуемыми различных сенсорных задач. Такой способ анализа результатов в целом не характерен для психофизических исследований, где, как правило, анализируют индексы ЭОС, рассчитываемые по опыту в целом, а процессуальным особенностям деятельности уделяют недостаточно внимания или вообще игнорируют их. Наши результаты показали, что в зависимости от условий, в которых протекает решение сенсорной задачи (ситуационные факторы: сложность задачи, время суток, длительность опыта, особые условия деятельности испытуемых) закономерным образом меняются динамические характеристики ЭОС, т.е. имеет место реальное изменение характеристик психического образа.

В задаче на обнаружение зрительного сигнала (глава 2) было установлено, что так называемый декремент бдительности (характерное снижение ЭОС к концу серии) в вечерние часы выражен сильнее, чем в утренние. В ходе продолжительных опытов по обнаружению порогового слухового сигнала (глава 3) были выделены характерные

типы динамики показателей ЭОС и активации вегетативной нервной системы, закономерно соотносящиеся между собой и с индивидуально-психологическими особенностями испытуемых. И наконец, при изучении процесса обнаружения порогового сигнала в особых условиях, задаваемых депривацией сна (глава 4), была детально проанализирована динамика поведенческих и физиологических показателей ЭОС в рамках одного длительного опыта. Полученные результаты анализа *микро*динамики упомянутых показателей позволили увидеть высокую степень ковариации поведенческих и ЭЭГ-показателей в периоды снижения активации.

Принцип объектной и предметной детерминации сенсорного процесса также реализован в нашем исследовании. В частности, показано, что физические параметры стимуляции (как важнейшая характеристика условий решения сенсорной задачи, объектная сторона сенсорного процесса) непосредственно определяют особенности решения. В зрительной задаче на бдительность выявлены существенные различия в эффективности обнаружения стимулов разной длительности — «медленных» (простых для обнаружения) и «быстрых» (трудных для обнаружения). Эти закономерные различия проявились в связи с влиянием ситуационного фактора «время суток», а их выраженность была опосредствована индивидуально-психологическими особенностями испытуемых — уровнями активированности и мотивации достижения. В таком взаимодействии различных экспериментальных факторов проявилась предметная детерминация сенсорного процесса, выражающаяся в опосредствованном характере влияния ситуационных и личностных факторов на воспринимающего субъекта. Было экспериментально показано, что выявленная детерминация опосредствована уровнем базовой *активированности* испытуемого и степенью *усилия*, прилагаемого им к решению задачи. Эти две важнейшие детерминанты, по нашему мнению, в значительной мере определяют степень привлечения когнитивных ресурсов к выполнению сенсорной задачи. С некоторой долей вероятности можно предположить, что *формирование и сохранение* (на необходимом уров-

не ясности) в оперативной памяти сенсорных эталонов сигнального и несигнального стимулов, а также разрешающая способность самого процесса *сравнения* поступившего стимула с этими сенсорными эталонами непосредственно зависят от уровня активированности субъекта и от степени прилагаемого им усилия в ходе решения сенсорной задачи. Представленные в главе 4 данные об изменении амплитудно-латентностных параметров слухового вызванного потенциала позволяют увидеть, какие психофизиологические механизмы могут быть задействованы при привлечении указанных выше когнитивных ресурсов, и, таким образом, показать реальность и продуктивность ресурсного подхода к анализу сенсорных процессов.

В экспериментах по обнаружению слуховых сигналов в особых условиях (режим непрерывной деятельности при депривации сна) опосредствованность сенсорного процесса проявилась в том, что формирование психического образа в деятельности существенно зависело не только от особенностей условий самой деятельности, но и от специфики индивидуальных целей испытуемых. Фактически, как было указано в главе 1, в ходе деятельности сенсорный образ превращается в продукт деятельности, приобретая тем самым новые системные качества. Этот тезис подтверждается результатами сравнительного анализа обнаружения надпороговых (легких) и пороговых (трудных) сигналов различными группами испытуемых (глава 4). Так, в условиях явной полимотивации (поддерживать свое состояние в норме и одновременно решать сложную сенсорную задачу) одни испытуемые («йоги») при значительном снижении активированности могли эффективно обнаруживать только надпороговые сигналы и резко снижали ЭОС в пороговой зоне. Другие испытуемые, у которых преобладал мотив достижения высокой ЭОС, напротив, не снижали своей эффективности в сложных пороговых сериях даже на вторые и третьи сутки непрерывной работы в условиях полной депривации сна. Таким образом, в этом эксперименте была показана зависимость характеристик формирующегося сенсорного образа от субъективной значимости выполняемой задачи.

Данные результаты наглядно демонстрируют «работу» ресурсной интерпретации. В соответствии со спецификой целей, реализуемых в эксперименте различными группами испытуемых, когнитивные ресурсы распределяются селективно: при реальном наличии двух осмысленных целей деятельности в группе «йогов» пороговая сенсорная задача не была в должной степени обеспечена ресурсами, необходимыми для ее решения. Особо отметим, что наблюдавшимся функциональным перестройкам процесса решения сенсорной задачи соответствовали закономерные изменения психофизиологических механизмов обнаружения сигнала, нашедшие свое отражение в характерной динамике вызванных потенциалов мозга.

На наш взгляд, полученные результаты хорошо иллюстрируют действие *принципа двойного уподобления*, т.е. уподобления порождаемого сенсорного образа как свойствам действующего стимула, так и требованиям решаемой задачи. Фактически это и есть отражение результата непосредственного включения порождаемого образа в предметную деятельность человека (*Асмолов*, 1983).

Широкие возможности произвольной саморегуляции в ходе решения сенсорной задачи в усложненных условиях деятельности наглядно подтверждают важность еще одного методологического принципа — *принципа реактивной и активной организации* процессов психического отражения. Стоит еще раз подчеркнуть тот интересный факт, что при значительном снижении уровня бодрствования наши испытуемые (см. главу 4) могли мобилизоваться и в течение определенного времени обнаруживать сигналы без заметного снижения сенсорного (d') и моторного (ВР) компонентов деятельности.

Подтверждение действенности и важности *принципа активности* при анализе сенсорного процесса получено в нашем исследовании в ходе изучения влияния на ЭОС мотивационных диспозиций испытуемых. Весьма консистентным результатом всех трех экспериментов является установленная зависимость показателей ЭОС в различных задачах от выраженности у испытуемых мотивации достижения, в значительной степени определяющей величину

усилия, направленного на решение. Максимальную эффективность и стабильность деятельности в различных экспериментах показали именно те испытуемые, которые прилагали больше усилий, т.е. более активно включались в решение задачи.

Было бы ошибочным считать, что речь идет исключительно о произвольной саморегуляции, влияющей на решение задачи обнаружения сигнала. Данные о влиянии на ЭОС выраженности таких индивидуальных особенностей, как личностная тревожность или нейротизм, позволяют предположить, что регуляция степени прилагаемого усилия осуществляется и на неосознаваемом уровне. В литературе указывается, что низкая тревожность и высокая эмоциональная стабильность (как личностные черты) позволяют испытуемым сосредоточиваться на задаче, меньше отвлекаться на побочные раздражители, не «зацикливаться» на негативных переживаниях, возникающих в ходе деятельности, и таким образом затрачивать больше ресурсов на само решение задачи (*Matthews*, *Davies*, 1998; *See et al.*, 1995; также см. обзоры: *Купер*, 2000; *Humphreys*, *Revelle*, 1984).

Продуктивное использование в нашем исследовании методов современной психофизики, дифференциальной психологии личности и когнитивной психофизиологии подтверждает адекватность полученных результатов *принципу анализа психики по единицам.* Данный методологический принцип задает степень соответствия уровня и методов *анализа* изучаемого психического процесса самому *процессу* в целом. В контексте полученных результатов нам представляется вполне оправданной психометрическая оценка личностных черт, связанных с активацией и усилием, как основных детерминант, регулирующих степень включения когнитивных ресурсов в решение сенсорной задачи. Использованные нами методы современной психофизиологии (анализ динамики RR-интервалов, спектра ЭЭГ и регистрация слуховых вызванных потенциалов) позволили проследить изменение существенных физиологических механизмов, реализующих процесс обнаружения сигнала. Так, анализ вариации RR-интервалов в ходе опы-

та позволил нам объективно оценить текущие изменения активации вегетативной нервной системы и провести реальный анализ динамики одной из составляющих такого сложного психофизиологического конструкта, как активация. Анализ изменения компонентов N2 и P3 разностного ПСС обеспечил дифференцированный контроль над сенсорной частью процесса обнаружения сигнала и механизмами оценки принятого решения.

В этом контексте вполне уместно вспомнить мысли А.Н. Леонтьева об использовании объективных психофизиологических методов исследования. Важность этих методов он видел не в том, чтобы показать зависимость изменения физиологических функций от содержания деятельности (что само по себе уже стало тривиальным), а в том, чтобы исследовать те изменения деятельности, которые ведут к перестройке психофизиологических функций. «Значение психофизиологических исследований, — писал Алексей Николаевич, — состоит в том, что они позволяют выявить те условия и последовательности формирования процессов деятельности, которые требуют для своего осуществления перестройки или преобразования новых ансамблей психофизиологических функций, новых мозговых функциональных систем» (*Леонтьев*, 1983, с. 162). Весьма актуальной представляется его мысль об адекватности психофизиологических методов для психофизических исследований, подобных нашему, т.е. «когда исследование требует точной квалификации изучаемых процессов деятельности, особенно деятельности, протекающей в условиях дефицита времени, повышенных требований к точности, избирательности и т.п. В этом случае психологическое исследование деятельности неизбежно включает в себя в качестве специальной задачи ее анализ на психофизиологическом уровне» (*там же*).

Заключая данный раздел, обратимся к методологическому принципу *зависимости психического отражения от места отражаемого объекта в структуре деятельности*. На наш взгляд, реальность, действенность данного принципа также проявилась при решении испытуемыми сенсорной задачи. Как было отмечено выше, в экспериментах с 72-

часовой депривацией сна мы обнаружили феномен сдвига мотива на цель. Этот феномен, ставший классическим для общей психологии, проявился в следующем. У одной группы испытуемых («йоги») основная задача деятельности (обнаружение сигнала в усложненных условиях при заметном ухудшении ФС) переместилась на более низкий уровень, а задача произвольной регуляции собственного состояния получила приоритет и стала основной. Вследствие такой трансформации смысла деятельности произошло закономерное снижение эффективности обнаружения пороговых сигналов.

5.2. Роль ситуационных и индивидуально-личностных факторов в решении сенсорной задачи

Цель и задачи нашего исследования определили общий дизайн проведенных экспериментов. Мы стремились выявить, какое влияние на ЭОС оказывают, с одной стороны, ситуационные факторы (условия, в которых решается сенсорная задача), с другой — индивидуально-личностные. Особое внимание уделялось взаимодействию ситуационных и индивидуально-личностных факторов, т.е. оценке их совокупного влияния на показатели ЭОС.

Одним из основных было предположение о том, что ситуационные и индивидуально-личностные факторы обусловливают специфику и степень включения в регуляцию решения задачи механизмов активации и усилия. Покажем, в какой степени оно получило подтверждение. В соответствии с традициями, представленными в современной литературе, мы рассматриваем мотивацию как гипотетический конструкт, используемый для описания и объяснения побуждающей силы и направленности поведения человека на решение задачи и в свою очередь являющийся результатом взаимодействия потребностей и намерений с условиями решения задачи. Вслед за другими авторами, работающими в области исследования роли индивидуальных различий в познавательных процессах, мы

выделяем два основных компонента мотивации — *активацию и усилие, направленное на задачу* (*Humphreys*, *Revelle*, 1984; *Locke*, 2000; *Matthews*, 1992; *Matthews*, *Gilliland*, 1999, 2001). По нашему мнению, эти компоненты представляют собой основные «энергетические» составляющие процесса решения сенсорной задачи.

5.2.1. Роль активации в решении сенсорных задач

Результаты изучения процесса обнаружения зрительного сигнала, описанные нами в главе 2, дают эмпирическое подтверждение заявленной гипотезы. О роли активации свидетельствует снижение показателей ЭОС в вечерние часы. Меньшее снижение эффективности обнаружения «быстрых» стимулов по сравнению с «медленными» свидетельствует о включении в регуляцию сенсорного процесса механизма *фазической активации* (*Деметиенко и др.*, 2000; *Наатанен*, 1998; *Соколов*, 1958; *Derryberry*, *Tucker*, 1991).

Нами выявлено весьма умеренное, хотя и достоверное положительное влияние исходного (природного, диспозиционного) уровня активированности испытуемых на эффективность решения зрительной задачи с помощью раздельной оценки ЭОС в группах экстравертов (менее активированных) и интровертов (более активированных). Кроме того, включение в анализ такого ситуационного фактора, как время суток, позволило нам более полно изучить специфику влияния уровня активации на показатели ЭОС: в зависимости от характерных изменений уровня активации в течение суток в группах экстравертов и интровертов наблюдалась различная динамика ЭОС. Выявленный в нашем и в других исследованиях феномен зависимости ЭОС от изменения активации может быть проинтерпретирован как закономерный сдвиг максимального уровня ЭОС, обусловленный изменением интегрального (т.е. вызванного совокупным действием обоих факторов) уровня активации испытуемых.

Помимо вопросника Г. Айзенка (известного и хорошо себя зарекомендовавшего средства оценки уровня активации как личностной черты) мы использовали и относи-

тельно малоизвестный в отечественной литературе вопросник Р. Тайера (*Thayer*, 1978) для измерения ситуационной активации испытуемых непосредственно перед опытом. Интересно, что шкала «энергетической активации» в большей степени связана с традиционным представлением об активированности как о состоянии активного бодрствования, а шкала «активации напряжения» — с чувством напряжения/расслабления (другой составляющей активации). Полученные результаты также подтверждают нашу гипотезу о положительном влиянии активации на показатели ЭОС: более активированные и менее напряженные испытуемые продемонстрировали бóльшую ЭОС по сравнению с менее активированными и более напряженными.

Интерындивидуальный анализ результатов, полученных в эксперименте с обнаружением слухового порогового сигнала (см. главу 3), также в целом подтвердил гипотезу о влиянии уровня активированности испытуемых на ЭОС: группа интровертов показала бóльшую ЭОС по сравнению с группой экстравертов, что проявилось в обоих (сенсорном и моторном) компонентах решения задачи. Кроме того, более активированных испытуемых отличала бóльшая *стабильность* сенсорной чувствительности и уверенности в принятых ими решениях в ходе опыта, что может свидетельствовать об их большей способности выдерживать достаточно высокую информационную нагрузку в течение весьма продолжительного времени.

Качественный анализ характера *интраиндивидуальной* динамики основных показателей ЭОС в ходе опыта также подтвердил их зависимость от исходного уровня активированности испытуемых: самому эффективному типу динамики (*эффективно-стабильному*) соответствовала выборка испытуемых именно из группы интровертов, а самому неэффективному — выборка из группы экстравертов. Эти результаты соответствуют предположению ряда авторов о том, что индивидуальные особенности испытуемых обусловливают не только и не столько единичные значения показателей ЭОС (сенсорная чувствительность и КПР), сколько *величину их изменения* (*Забродин и др.*, 1979; *Фришман*, 1981, 1987).

Совместный *интраиндивидуальный* анализ взаимосвязи динамики показателей ЭОС и физиологических показателей активации вегетативной нервной системы в период одного опыта, выявивший содружественные изменения этих показателей, также подтверждает зависимость ЭОС от актуального уровня активации испытуемых.

Особый вклад в подтверждение нашей гипотезы внесли результаты экспериментов, в которых происходили естественные изменения уровня активированности испытуемых в условиях многочасовой депривации сна. Результаты, полученные по группе испытуемых в периоды сильного утомления и резкого ухудшения ФС, демонстрируют роль активационного фактора в процессе решения разных по сложности сенсорных задач. Отдельно подчеркнем активирующее влияние самой пороговой задачи на изменение активированности испытуемых: трудность задачи придавала дополнительную осмысленность деятельности испытуемых и таким образом оказывала выраженное позитивное влияние на эффективность решения задачи.

В ходе *интраиндивидуального* анализа решения пороговой сенсорной задачи в рамках одного опыта были также получены необходимые доказательства нашей гипотезы: периоды резкого падения ЭОС сопровождались закономерными изменениями показателей ЭЭГ-активации.

Использование в экспериментах с моделированием особых условий деятельности метода регистрации вызванных потенциалов, связанных с событием (ПСС), позволило сделать предположение об изменении определенных психофизиологических механизмов в периоды резкого снижения активации. В соответствии с положениями современной *когнитивной психофизиологии* (*Наатанен*, 1998; *Loveless*, 1983; *Naatanen*, 1986, 2000; *Naatanen*, *Gaillard*, 1983; *Naatanen*, *Picton*, 1986) мы предположили, что изменения амплитудно-временны́х параметров компонентов N2 и P3 слухового ПСС отражают редукцию психофизиологических механизмов, реализующих как этап сравнения действия текущего стимула с сенсорным эталоном памяти (компонент N2), так и этап оценки принятого испытуемым решения об обнаружении сигнала (P3).

Таким образом, представленные нами результаты в целом подтверждают гипотезу о влиянии активации на эффективность решения различных сенсорных задач. На основании теоретических представлений современной когнитивной психологии (*Kahneman*, 1973; *Wickens*, 1984, 1992) можно предположить, что уровень активации влияет на объем когнитивных ресурсов, привлекаемых к процессу решения сенсорной задачи.

5.2.2. Роль усилия в решении сенсорных задач

Для оценки степени влияния на ЭОС фактора усилия мы использовали стандартный подход, принятый в дифференциальной психологии, — разделение испытуемых на две полярные группы по выраженности у них определенных личностных черт, связанных с возможностью проявления усилия. В разных экспериментах мы использовали вопросники, измеряющие выраженность тревожности, нейротизма и мотивации достижения.

Результаты первого эксперимента (обнаружение зрительного сигнала) в целом подтвердили нашу гипотезу о влиянии усилия на ЭОС. Во-первых, в моторном компоненте решения сенсорной задачи (величине и стабильности ВР) проявилось преимущество менее тревожных и эмоционально стабильных испытуемых перед тревожными и нейротичными испытуемыми. Характерно, что в нашем эксперименте, как и в работах других авторов (*Matthews*, *Davies*, 1998; *See et al.*, 1995), влияние тревожности проявилось преимущественно при решении более трудной задачи, по-видимому требующей привлечения бóльших ресурсов. Мы полагаем, что этот результат свидетельствует о том, что менее тревожные и эмоционально стабильные испытуемые способны более эффективно регулировать степень произвольного усилия (своей познавательной активности), направленного на решение задачи. Во-вторых, влияние мотивации достижения на ЭОС выразилось в явном преимуществе испытуемых с выраженным мотивом достижения успеха перед испытуемыми с выраженным мотивом избегания неудачи. В основном данное преимущество

проявилось в улучшении моторного компонента деятельности, тогда как ее сенсорный компонент (чувствительность) менялся незначительно.

Результаты второго эксперимента (продолжительное обнаружение слухового сигнала порогового уровня) также поддержали нашу гипотезу: как сенсорные, так и моторные показатели ЭОС были выше в группе испытуемых, мотивированных на достижение успеха (Д-испытуемых). Особенно важно, что в ходе достаточно длительного и напряженного опыта преимущество Д-испытуемых особенно явно выступило в показателях стабильности ЭОС. Об этом же свидетельствуют результаты качественного анализа индивидуальных типов динамики показателей ЭОС на протяжении опыта. Самый стабильный тип динамики (*эффективно-стабильный*) продемонстрировала группа, в основном состоящая из мотивированных на достижение и/или эмоционально стабильных испытуемых. И наоборот, противоположный тип динамики (*нестабильный*) был характерен для группы с совершенно иным профилем личностных диспозиций: подавляющее большинство этих испытуемых было мотивировано на избегание неудачи, а почти половине была свойственна эмоциональная нестабильность (нейротизм).

Интересно, что испытуемые, прилагавшие большее усилие к решению задачи, давали и более дифференцированные оценки уверенности в своих решениях. Последнее выразилось в более высоких значениях индекса разрешающей способности (*Res*) в группе Д-испытуемых. Вполне возможно, что этот результат свидетельствует о большей дифференцированности сенсорного пространства Д-испытуемых.

Весьма существенным доказательством рассматриваемой гипотезы могут быть результаты третьего эксперимента, в ходе которого испытуемые обнаруживали надпороговые и пороговые сигналы в условиях значительного ухудшения ФС из-за депривации сна. Характерно, что испытуемые (группа «йоги»), для которых кроме основной задачи (обнаружения сигнала) была важна и другая (использовать имеющиеся у них навыки произвольной са-

морегуляции для нормализации своего состояния), не могли эффективно справляться с трудной (пороговой) задачей, хотя вполне успешно решали более легкие задачи. Этот факт, на наш взгляд, является прямым доказательством влияния произвольного усилия на сенсорный процесс.

5.2.3. Взаимодействие и взаимовлияние активации и усилия при решении сенсорных задач

Представляя в нашем исследовании факторы активации и усилия в качестве основных детерминант успешности решения сенсорной задачи, мы должны резонно предположить возможность их совокупного влияния на показатели ЭОС. В их взаимодействии, на наш взгляд, прямо отражается взаимосвязь двух основных регуляторных механизмов сенсорного процесса. В каждом эксперименте мы специально оценивали эффект взаимодействия двух указанных выше факторов. В соответствии с нашими предположениями явное преимущество в ЭОС имела только одна группа испытуемых — интроверты с выраженным мотивом достижения, т.е. испытуемые не только более активированные, но и максимально сосредоточенные на успешном решении задачи. Интересно, что эффект межфакторного взаимодействия фактически выразился в различиях между группами интровертов, мотивированных на достижение успеха и на избегание неудачи. По нашему мнению, эти результаты наглядно подтверждают гипотезу о влиянии дополнительного усилия (наряду с активацией) на успешность решения задачи на бдительность. Преимущественное влияние межфакторного взаимодействия на моторный, а не на сенсорный компонент деятельности вполне объяснимо в силу самой специфики сенсорной задачи: испытуемые обнаруживали сигналы надпороговой интенсивности.

Результаты второго эксперимента также подтверждают рассматриваемую гипотезу: самыми успешными в обнаружении порогового сигнала оказались мотивированные на

достижение интроверты (у них минимальные величины ВР), а наиболее неуспешными — экстраверты, мотивированные на избегание неудачи (низкая стабильность сенсорной чувствительности) и нейротичные экстраверты (низкая стабильность ВР).

Качественный анализ динамики основных показателей ЭОС во втором эксперименте также подтверждает анализируемое предположение: группа, показавшая *максимальную* ЭОС (*эффективно-стабильный* тип динамики), состояла преимущественно из испытуемых, имевших ожидавшееся нами сочетание личностных диспозиций, т.е. это были эмоционально стабильные и ориентированные на успех интроверты. В эту группу не вошел ни один испытуемый с противоположным профилем диспозиций (нейротичный и мотивированный на избегание неудачи экстраверт). Группа, показавшая *минимальную* ЭОС (*неэффективно-декрементный* тип динамики), имела качественно иной состав испытуемых: большинство составляли нейротичные и мотивированные на избегание неудачи экстраверты, т.е. в этой группе выражено сочетание минимальной активированности и минимального усилия.

Таким образом, можно заключить, что полученные результаты хорошо укладываются в общие рамки ресурсной интерпретации: высокая активация и большее усилие могут мобилизовать привлечение дополнительных ресурсов к решению сенсорной задачи и в определенной степени привести к повышению чувствительности, снижению ВР, повышению стабильности как сенсорного, так и моторного компонентов деятельности. Совокупный эффект активации и усилия может способствовать компенсации роста утомления в конце рабочего дня, к концу длительного опыта или даже при значительном ухудшении ФС, вызванном непрерывной работой в ситуации депривации сна.

5.3. Ситуационные и индивидуально-личностные факторы — основные образующие функционального органа решения сенсорной задачи

Как было указано выше, основное направление представленных нами исследований — область функционального развития психического отражения при решении субъектом задач на обнаружение сенсорного сигнала. Изучая любое развитие, необходимо выделить тот главный, системообразующий фактор, который определяет направление и характер изменения изучаемого процесса. Обращаясь непосредственно к предмету нашего исследования, нужно подчеркнуть, что *специфика самой задачи* и является тем основным моментом, который определяет характер изменения включенных в ее решение психических процессов.

В структуре психической деятельности человека задача характеризуется специфической целью. В ходе достижения этой цели формируется определенный *функциональный орган* (по А.А. Ухтомскому, 1978) или *воспринимающая функциональная система* (по А.Н. Леонтьеву, 1983), соответствующая конкретным условиям, в которых осуществляется решение задачи, и индивидуальным особенностям действующего субъекта. Функциональный орган как системное образование целесообразно рассматривать в качестве основной единицы функционального анализа сенсорной задачи, поскольку он соответствует решаемой субъектом задаче в целом.

Какую же системную функцию выполняет сама задачу? В контексте представлений А.А. Ухтомского, Н.А. Бернштейна и А.Н. Леонтьева об активной природе механизмов регуляции деятельности человека наши результаты показывают, что задача *порождает* временну́ю структуру, объединяющую разнообразные ресурсы человека. Создание такой структуры, соответствующей специфике задачи и индивидуальным особенностям субъекта, обеспечивает целесообразность, продуктивность и адаптивный характер деятель-

ности. Фактически можно говорить, что при решении сенсорной задачи возникает специфический функциональный орган как средство ее решения. Слово «орган» не является в данном контексте натяжкой, поскольку оно не означает обязательно какое-либо структурно и морфологически оформленное образование. Напротив, А.А. Ухтомский справедливо замечает: «Органом может быть всякое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение» (1978, с. 95), «сочетание сил, могущее привести при прочих равных условиях всякий раз к одинаковым результатам» (2002, с. 124).

Комбинация условий (ситуационных факторов) решения задачи и индивидуально-психологических особенностей решающего субъекта определяет характер мотивационного (активация+усилие) и ресурсного обеспечения процесса решения сенсорной задачи и тем самым задает специфику постоянно меняющегося функционального органа. Как показывают наши данные, именно соотношение уровней активации и усилия определяет степень привлечения когнитивных ресурсов, обеспечивающих обнаружение сигнала. Поэтому мы считаем возможным выделить их как две важные составляющие функционального органа, обеспечивающего решение сенсорной задачи. Взаимодействие ситуационных и индивидуально-психологических факторов в процессе решения сенсорной задачи фактически создает особую *доминанту*, чья функция заключается в динамической и избирательной концентрации ресурсов или, говоря словами А.А. Ухтомского, «в выделении важного, существенного для данного момента с торможением всего, что для данного момента индифферентно, но могло бы помешать главенствующей реакции момента» (1978, с. 439).

Наши результаты раскрывают и дополняют представления А.Н. Леонтьева (1983) о функциональных органах, сформулированные им по итогам исследования звуковысотного слуха (совместно с Ю.Б. Гиппенрейтер и О.В. Овчинниковой). Проследив в наших экспериментах динамику решения сенсорной задачи разными группами испытуемых (интерындивидуальный анализ) или одним испытуе-

мым в рамках одного опыта (интраиндивидуальный анализ), мы также можем констатировать, что наблюдали процесс формирования и изменения функционального органа, адекватного условиям задачи и индивидуальным особенностям решающего ее субъекта.

Процесс обнаружения сигнала, реализуемый этим органом, внешне представляется элементарным и детерминированным лишь особенностями стимуляции и состоянием органов чувств. Однако эта «элементарность» (или «натуральность») функционального органа оказывается обманчивой в силу того, что, сформировавшись из различных процессов в единую систему, он «*далее функционирует как единый орган*» (*Леонтьев*, 1983, с. 93). И только специальные экспериментальные манипуляции и способы обработки данных позволили нам проникнуть в сложную и многоуровневую структуру образующих его процессов.

Анализ результатов экспериментов с многосуточной депривацией сна наглядно показал вторую выделенную А.Н. Леонтьевым особенность функциональных органов — *их устойчивость*. Сформировавшись для решения конкретной сенсорной задачи, они проявляют определенную стабильность при изменении условий ее решения. Так, мы наблюдали феномен относительной стабильности сенсорной чувствительности при значительном ухудшении функционального состояния испытуемых. Оценивая этот феномен, можно, например, говорить о высокой устойчивости процессов формирования сенсорного образа и сравнения его с сенсорным эталоном памяти. Кроме того, одна из важных составляющих функционального органа — мотивационная направленность испытуемых — задавала явно выраженную специфику решения легких (надпороговых) и трудных (пороговых) задач на протяжении сложных многосуточных опытов у разных групп испытуемых, тем самым давая экспериментатору возможность точно прогнозировать результаты их деятельности.

И наконец, отметим еще одну особенность функциональных органов. А.Н. Леонтьев пишет: «...отвечая одной и той же задаче, они могут иметь разное строение, чем объясняется почти безграничная возможность компенсаций, ко-

торая наблюдается в сфере развития специфически человеческих функций» (1983, с. 94). Исследуя тонкую динамику решения задачи обнаружения пороговых сигналов в ходе одного длительного опыта (главы 3 и 4), мы обнаружили в ЭОС нестабильности различного рода, которые явно зависели от текущего уровня активации, а их характер определялся индивидуально-психологическими особенностями испытуемых. Исследование характера взаимодействия факторов, влияющих на уровень активации и усилия, показало, что при определенных сочетаниях индивидуально-психологических особенностей испытуемых может наблюдаться не только выраженное преимущество определенной группы по ЭОС, но и практическая идентичность ЭОС у испытуемых, относящихся к разным личностным типам.

Завершая рассмотрение полученных результатов в контексте идей А.А. Ухтомского и А.Н. Леонтьева, подчеркнем, что при решении сенсорной задачи происходят модификации функционального органа в форме изменений уровня или качества овладения человеком орудиями (средствами), которые мы интерпретируем как возможность привлечения определенных когнитивных ресурсов, включенных в структуру решаемой сенсорной задачи.

Заключение

Подводя итог проведенному исследованию, сделаем краткие выводы по полученным результатам в целом.

1. Системно-деятельностный подход в психологии, включающий субъектный подход в психофизике, позволяет теоретически и экспериментально обосновать тенденцию развития психофизики от психофизики «чистых ощущений» к психофизике «сенсорных задач» и раскрыть процесс обнаружения/различения порогового сигнала как процесс решения субъектом сенсорной задачи. В структуре целенаправленной деятельности человека процесс решения сенсорной задачи может выступить на уровне сознательного действия по обнаружению слабого сигнала или различению слабо различающихся сигналов. Операциональная структура процесса обнаружения/различения включает формирование у испытуемого специальных культурных средств для решения сенсорной задачи, своего рода «психологических орудий» (Л.С. Выготский) — сенсорных эталонов предъявляемых стимулов.

2. Условия решения сенсорной задачи определяют ее специфические особенности по сравнению с другими познавательными задачами человека:

— дефицит поступающей сенсорной информации;

— случайный характер предъявления стимулов;

— высокую информационную нагрузку на испытуемого.

Эти условия вызывают у испытуемого высокую информационную неопределенность и необходимость высокой концентрации внимания и сосредоточенности на стимульном потоке, а также привлечения произвольных усилий, направленных на поддержание устойчивости внимания во времени. Решение сенсорной задачи представляет собой

большую нагрузку для наблюдателя, что подтверждается специальными исследованиями по оценке психической нагрузки, вызываемой различными экспериментальными задачами (например, шкала TLX, разработанная НАСА).

3. Эффективность решения сенсорных задач по обнаружению сигнала обусловлена влиянием ситуационных факторов (условий решения задачи) и индивидуально-личностных особенностей испытуемых. В настоящем исследовании достоверно установлено влияние следующих ситуационных и индивидуально-личностных факторов на изменение уровня активации испытуемых: время суток, длительность опыта, трудность обнаружения сигнала, многосуточная депривация сна, экстраверсия/интроверсия. При уменьшении уровня активации наблюдается падение эффективности обнаружения сигнала, выражающееся в увеличении ВР и/или снижении сенсорной чувствительности, а также в увеличении вариабельности этих показателей.

Установлено влияние мотивации достижения, нейротизма и личностной тревожности, характеризующих степень усилия, прикладываемого испытуемым при решении сенсорной задачи, на сенсорные и моторные показатели обнаружения сигнала. Высокая мотивация достижения, эмоциональная стабильность и низкая тревожность способствуют повышению эффективности и стабильности решения сенсорной задачи.

Существенное значение имеет характер взаимодействия указанных факторов:

— экстраверты успешнее решают задачу обнаружения зрительного сигнала вечером, а интроверты — утром;

— в условиях депривации сна более высокий уровень произвольного усилия влияет на решение более трудных (пороговых) задач и не влияет на решение легких (надпороговых) задач;

— в обнаружении сигналов более успешны испытуемые, сочетающие высокий уровень активации с большим усилием, — интроверты, мотивированные на достижение успеха и/или эмоционально стабильные;

— менее успешны испытуемые, мотивированные на избегание неудачи, и/или нейротичные или тревожные экстраверты.

Влияние активации и усилия на эффективность обнаружения сигнала опосредствуется различной степенью привлечения когнитивных ресурсов к решению сенсорной задачи.

4. При анализе эффективности решения сенсорных задач необходимо исследовать и оценивать не только традиционные интегральные показатели, описывающие результат деятельности субъекта по опыту (серии) в целом, но и особенности динамики решения задачи. Во временно́й динамике эффективности обнаружения сигнала отражаются соответствующие изменения активации субъекта и усилия, прикладываемого им к выполнению задачи.

В ходе опыта по обнаружению порогового сигнала по критериям «эффективность» и «стабильность» выделено шесть типов совместной динамики психофизических показателей, закономерно связанных с выраженностью у испытуемых уровня активации и степени усилия: *эффективно-стабильный* тип показала группа, на 90% состоящая из более активированных испытуемых (интровертов), из которых 40% были мотивированы на достижение успеха и эмоционально стабильны; напротив, *неэффективно-декрементный* тип показала группа, на 67% состоящая из наиболее энергетически «слабых» индивидов — нейротичных экстравертов, мотивированных на избегание неудачи.

5. Изменение показателей эффективности решения сенсорной задачи закономерно отражается в динамике показателей активации вегетативной (вариативность кардиоинтервалов) и центральной (компоненты вызванных потенциалов и спектральные параметры ЭЭГ) нервной системы. Установлено, что у большей части испытуемых (63%) увеличение ЧСС и уменьшение дисперсии RR-интервалов достоверно связано с повышением сенсорной чувствительности и снижением ВР. При падении эффективности обнаружения сигнала в условиях депривации сна закономерно снижается амплитуда и увеличивается латентность компонентов N2 и P3 слухового вызванного потенциала, что,

по-видимому, отражает редукцию механизма сравнения текущего сигнала с сенсорным эталоном памяти и процесса оценки принятого решения.

Синхронный анализ динамики психофизических показателей обнаружения сигнала и изменения показателей ЭЭГ-активации позволил обнаружить феномен константности предельных сенсорных способностей испытуемых в условиях значительного ухудшения функционального состояния при депривации сна.

6. Из фактов, полученных в различных циклах экспериментального исследования, вытекает, что системно-деятельностный подход в психологии снимает противопоставление субъектного и объектного подходов в психофизике и позволяет раскрыть системную, многоуровневую детерминацию процесса решения сенсорных задач.

7. Установление факта влияния личностных особенностей и условий решения сенсорной задачи на различные меры сенсорного процесса фактически ставит под вопрос возможность принципиального противопоставления высших и низших психических функций.

Приложения

Приложение 1

Пункты вопросника "Самооценка состояния"

РАССЛАБЛЕННЫЙ	СКУЧАЮЩИЙ
НЕРВНЫЙ	БЕЗДЕЙСТВЕННЫЙ
ВЯЛЫЙ	УМИРОТВОРЕННЫЙ
НАПРЯЖЕННЫЙ	ВЗВОЛНОВАННЫЙ
СИЛЬНЫЙ	ТИХИЙ
ЖИВОЙ	ИНЕРТНЫЙ
ВОЗБУЖДЕННЫЙ	СПОКОЙНЫЙ
БОДРЫЙ	ДРЕМЛЮЩИЙ
БЕЗМЯТЕЖНЫЙ	ЭНЕРГИЧНЫЙ
РАЗДРАЖЕННЫЙ	СОННЫЙ
ПАССИВНЫЙ	УВЕРЕННЫЙ
УСТАЛЫЙ	ТРЕВОЖНЫЙ
РАБОТОСПОСОБНЫЙ	ДЕЯТЕЛЬНЫЙ
АКТИВНЫЙ	ПРИПОДНЯТЫЙ

Приложение 2

Для оценки оптимального числа стимулов в опыте (т.е. фактически его длительности) по методу «да/нет», на наш взгляд, целесообразно обратиться к процедуре планирования необходимого объема выборки. Очевидно, что достоверность оценки вероятностей попаданий и ложных тревог как двух основных результативных параметров опыта (а следовательно, и величины ошибки оценивания индексов сенсорной чувствительности и КПР) зависит от количества стимулов, предъявленных испытуемому в опыте: чем больше стимулов, тем меньше статистическая ошибка. Однако наша уверенность должна быть подкреплена расчетами. Приводим их ниже.

Для решения этой задачи воспользуемся известной формулой расчета необходимого объема выборки, основанной на свойствах нормального распределения:

$$n = \frac{t^2 p(1-p)}{\Delta^2},$$

где n — необходимый объем выборки; t — нормированное отклонение, с которым связана определенная доверительная вероятность; p — вероятность оцениваемого параметра (попадания или ложной тревоги); Δ — величина ошибки при оценке параметра.

Приведем расчеты того, как изменяется величина максимальной ошибки при оценке вероятностей попаданий или ложных тревог при изменении числа проб в опыте. Зададим 5%-й уровень значимости или 95%-ю доверительную вероятность (t=2) как весьма распространенные в психологических исследованиях. Далее положим в качестве характерных для обнаружения порогового сигнала следующие значения указанных выше вероятностей: $P(Hit)$=0.75, а $P(FA)$=0.2. Результаты проделанных расчетов приведены в таблице.

Зависимости максимальной ошибки в оценке вероятности правильных обнаружений (*Hit*) и ложных тревог (*FA*) от количества сигнальных и несигнальных стимулов в опыте по методу «да/нет»

Количество сигнальных стимулов	Максимальная ошибка в оценке процента *Hit*	Количество несигнальных стимулов	Максимальная ошибка в оценке процента *FA*
20	19.36	20	17.88
30	15.81	30	14.60
40	13.69	40	12.64
50	12.24	50	11.31
60	11.18	60	10.32
70	10.35	70	9.56
80	9.68	80	8.94
100	8.66	100	8.00
120	7.90	120	7.30
140	7.31	140	6.76
160	6.84	160	6.32
180	6.45	180	5.96
200	6.12	200	5.65
220	5.83	220	5.39
240	5.59	240	5.16
260	5.37	260	4.96
280	5.17	280	4.78
300	5.00	300	4.61
400	4.33	400	4.00
500	3.87	500	3.57
600	3.53	600	3.26
700	3.27	700	3.02
800	3.06	800	2.82
900	2.88	900	2.66
1000	2.73	1000	2.52

Проделав эту работу, мы получаем возможность для строгого и обоснованного планирования и оценки достоверности результатов подобных экспериментов. Например (см. таблицу), при 100 пробах вероятности попаданий и ложных тревог оцениваются с более чем 8%-й ошибкой ($0.67<P(Hit)<0.83$), при 200 пробах — с 6%-й максимальной ошибкой ($0.69<P(Hit)<0.81$), при 400 пробах — с ошибкой в пределах 4% ($0.71<P(Hit)<0.79$).

Основываясь на этих данных, легко рассчитать, с какой точностью мы определяем по результатам опыта интегральные характеристики эффективности обнаружения испытуемым порогового сигнала — индексы сенсорной чувствительности и строгости КПР.

Приложение 3

Усредненные по всем испытуемым показатели ЭОС по окончании тренировочных опытов

С/Ш, дБ	–6	–9	–12	–16	–18	–20	–22
ВР, мс	344	372	394	432	465	516	517
P(*Hit*)	0.996	0.988	0.996	0.910	0.860	0.710	0.720
P(*FA*)	0.000	0.002	0.003	0.009	0.012	0.03	0.266

Литература

Айзенк Г. Структура личности. М.; СПб.: «КСП+», «Ювента», 1999.

Алякринский B.C. Основы научной организации труда космонавтов. М.: Медицина, 1975.

Анастази А., Урбина С. Психологическое тестирование. СПб.: Питер, 2001.

Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Наука, 1975.

Анохин П.К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Наука, 1978.

Артишук В.Н., Лицов А.Н., Сараев И.Ф. Влияние 48—72-х часового бодрствования на суточную динамику некоторых показателей высшей нервной деятельности // Проблемы инженерной психологии и эргономики. Вып. 1. Ярославль, 1979. С. 62—64.

Асмолов А.Г. Деятельность и установка. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.

Асмолов А.Г. Основные принципы психологической теории деятельности // А.Н. Леонтьев и современная психология (сб. статей памяти А.Н. Леонтьева). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. С. 118—127.

Асмолов А.Г. Принципы организации памяти человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.

Асмолов А.Г. Психология личности. Принципы общепсихологического анализа. М.: Смысл, 2001.

Асмолов А.Г. По ту сторону сознания. Методологические проблемы неклассической психологии. М.: Смысл, 2002.

Асмолов А.Г., Михалевская М.Б. От психофизики чистых ощущений к психофизике сенсорных задач // Проблемы и методы психофизики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 5—12.

Асмолов А.Г., Петровский В.А. О динамическом подходе

к психологическому анализу деятельности // Вопросы психологии. 1978. № 1. С. 70—80.

Асташенко А.А. Моделирование обнаружения сигнала в современных психофизических теориях // Сенсорные и сенсомоторные процессы. М.: Педагогика, 1972. С. 10—54.

Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения. М.: Прогресс, 1980.

Барабанщиков В.А. Системогенез чувственного восприятия. М.; Воронеж: МПСИ, 2000.

Бардин К.В. Зависимость порогов различения от способов действий испытуемых // Вопросы психологии. 1962. № 2. С. 115—128.

Бардин К.В. Сравнение двух индикаторов восприятия: времени реакции и правильности ответа // Вопросы психологии. 1968. № 2. С. 214—220.

Бардин К.В. Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. М.: Наука, 1976.

Бардин К.В. Работа наблюдателя в припороговой области // Психологический журнал. 1982. № 1. С. 52—59.

Бардин К.В. Дополнительные сенсорные характеристики, используемые наблюдателем при различении слуховых сигналов, и их возможные источники // Психологический журнал. 1987. № 3. С. 57—64.

Бардин К.В., Войтенко Т.П. Феномен простого различения // Психофизика дискретных и непрерывных задач. М.: Наука, 1985. С. 73—96.

Бардин К.В., Забродин Ю.М. Область припороговых сигналов и сенсорные шумы // Переработка зрительной информации и регуляция двигательной активности / Труды Международного симпозиума. София: Изд-во БАН, 1969. С. 161—165.

Бардин К.В., Забродин Ю.М. Характеристика припороговой зоны при работе с субъективными эталонами // Сенсорные и сенсомоторные процессы. М.: Педагогика, 1972. С. 61—65.

Бардин К.В., Индлин Ю.А. Начала субъектной психофизики. М.: ИП РАН, 1993.

Бардин К.В., Михалевская М.Б., Скотникова И.Г. Сравнительный анализ психофизических методов средней ошибки и вынужденного выбора // Психологический журнал. 1980. № 2. С. 99—110.

Бардин К.В., Садов В.А., Цзен Н.В. Новые данные о припороговых феноменах // Психофизика сенсорных и сенсомоторных процессов. М.: Наука, 1984. С. 40—70.

Бардин К.В., Скотникова И.Г., Фришман Е.З. Психофизика активного субъекта // Мышление и общение: активное взаимодействие с миром. Ярославль: ЯрГУ, 1988. С. 34—46.

Бардин К.В., Скотникова И.Г., Фришман Е.З. Субъектный подход в психофизике // Проблемы дифференциальной психофизики М.: ИП АН СССР, 1991. С. 4—17.

Бернштейн Н.А. Современные искания в физиологии нервного процесса. Неопубликованная рукопись. 1936.

Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966.

Богдашевский Р.Б., Замалетдинов И.С., Анахов Н.П., Жданов О.И., Труфанов Е.В., Павлов В.Л. Экспериментальная модель режима непрерывной деятельности, ее психодиагностические возможности и перспективы использования // Вопросы кибернетики. Психические состояния и эффективность деятельности. М.: Наука, 1983. С. 54—68.

Бороздина Л.В. О перцептивной деятельности в психофизических экспериментах // Восприятие и деятельность. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 87—100.

Брунер Дж. О перцептивной готовности // Хрестоматия по ощущению и восприятию / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, М.Б. Михалевской. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 134—151.

Брунер Дж. Психология познания. М.: Политиздат, 1977.

Вайнер И.В. Субъективная уверенность в процессах решения сенсомоторных измерительных задач // Принципы и методы повышения эффективности тренажерной подготовки. М.: ИП АН СССР, 1990. С. 241—252.

Вайнер И.В. Индивидуальные различия в проявлениях субъективной уверенности и особенности решения психофизической задачи // Проблемы дифференциальной психофизики М.: ИП АН СССР, 1991. С. 71—92.

Величковский Б.М. Функциональная структура перцептивных процессов // Познавательные процессы: ощущение и восприятие. М.: Педагогика, 1981. С. 219—245.

Венгер Л.А. Развитие восприятия и сенсорное воспитание в дошкольном возрасте: Автореф. дис. ... докт. психол. наук. М., 1968.

Волков В.Г., Епишкин А.К., Шилова В.А. Влияние утомления на скорость распознавания тональных сигналов // Методические и технические вопросы экспериментальной психофизиологии. М.: Наука, 1980. С. 81—85.

Вудвортс Р. Экспериментальная психология. М.: ИИЛ, 1950.

Выготский Л.С. Собр. соч.: В 6 т. Т. 2. М.: Педагогика, 1982.

Высоцкий В.Б. Личностные и процессуальные условия формирования уверенности в правильности решения задач: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М.: ИП РАН, 2002.

Гайда В.К. Особенности субъективных эталонов в перцептивных процессах: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. Л., 1971.

Гальперин П.Я. Введение в психологию. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976.

Герд В.А. Работоспособность человека в условиях специального режима в гермокамере // Вопросы психологии. 1975. № 3. С. 123—128.

Гибсон Дж. Восприятие как функция стимуляции // Хрестоматия по ощущению и восприятию / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, М.Б. Михалевской. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 152—171.

Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988.

Гиппенрейтер Ю.Б. Движение человеческого глаза. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978.

Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Психология автоматизации управления техникой. М.: ИП РАН, 1996.

Готтсданкер Р. Основы психологического эксперимента. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.

Гримак А.П., Пономаренко В.А. Психические состояния и надежность деятельности оператора // Вопросы кибернетики. Эффективность деятельности оператора. М.: АН СССР, 1982.

Гусев А.Н. Обнаружение звуковых сигналов человеком-оператором в особых условиях: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М.: МГУ, 1989.

Гусев А.Н. Дисперсионный анализ в экспериментальной психологии. М.: УМК «Психология», 2000.

Гусев А.Н., Варашкевич С.А., Шапкин С.А. Оценка ресурсов внимания с помощью слуховых ВП // Методики анализа деятельности и контроля функционального состояния оператора / Под ред. Л.Г. Дикой. М.: ИП РАН, 1992.

Гусев А.Н., Измайлов Ч.А., Михалевская М.Б. Измерение в психологии. М.: Смысл, 1988.

Гусев А.Н., Шапкин С.А. О некоторых особенностях динамики обнаружения сигнала // Проблемы дифференциальной психофизики М.: ИП АН СССР, 1991. С. 217—242.

Давыдов В.В. Учение А.Н. Леонтьева о взаимосвязи деятельности и психического отражения // А.Н. Леонтьев и современная психология (сб. статей памяти А.Н. Леонтьева). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. С. 128—139.

Данилова Н.Н. Индивидуальный уровень активации и удержание эталона в памяти // Проблемы психофизиологии. Диагностика нарушений и восстановление психических функций. Часть 1. Тезисы докладов VI Всесоюзного съезда Общества психологов СССР. М., 1983. С. 71—72.

Данилова Н.Н. Функциональные состояния: механизмы и диагностика. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.

Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992.

Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 2001.

Деметиенко В.В., Дорохов В.Б., Корнеева Л.Г., Марков А.Г., Тарасов А.В., Хахнорович В.М. Гипотеза о природе электродермальных реакций // Физиология человека. 2000. Т. 23. № 2. С. 124—131.

Дикая Л.Г. Особенности регуляции функционального состояния оператора в процессе адаптации к особым условиям // Психологические проблемы деятельности в особых условиях. М.: Наука, 1985. С. 63—90.

Дикая Л.Г. РНД как метод моделирования и системного анализа деятельности человека-оператора в экстремальных условиях // Функциональные состояния и эффективность деятельности человека-оператора. М.: ИП АН СССР, 1987. С. 1—17.

Дикая Л.Г. Психическая саморегуляция функционального состояния человека (системно-деятельностный подход). М.: ИП РАН, 2003.

Дикая Л.Г., Салманина О.М. Изучение психофизиологических механизмов регуляции функциональных состояний // Системный подход к психофизической проблеме. М.: Наука, 1982. С. 135—140.

Дикая Л.Г., Самойлович Л.А., Гусев А.Н. Соотношение когнитивных и активационных компонентов ориентировочной реакции в слуховых вызванных потенциалах // ЭЭГ и нейронная активность в психологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 133—147.

Дикая Л.Г., Шапкин С.А., Гусев А.Н. Особенности адаптации операторов к асомнии: анализ динамики биопотенциалов мозга и поведенческих показателей // Физиология человека. 1992. № 4. С. 42—50.

Дормашев Ю.Б., Романов В.Я. Психология внимания. М.: Тривола, 1995.

Егорова М.С. Психология индивидуальных различий. М.: Планета детей, 1997.

Епишкин А.К. Исследование резервов зрительной работоспособности оператора // Психофизиологические исследования деятельности оператора и их техническое обеспечение. М.: Наука, 1979. С. 49—52.

Епишкин А.К., Скрыпников А.И. Прогнозирование работоспособности операторов в режиме непрерывной деятельности // Космическая биология и авиакосмическая медицина. 1986. Т. 20. № 4. С. 16—19.

Забродин Ю.М. Обнаружение и опознание сложных акустических сигналов // Проблемы психофизики. М.: Наука, 1976. С. 218—252.

Забродин Ю.М. Введение в общую теорию сенсорной чувствительности (Адаптивные особенности сенсорных процессов в задачах исследования сенсорных процессов и задачах исследования порогов чувствительности) // Психофизические исследования. М.: Наука, 1977. С. 31—125.

Забродин Ю.М., Зазыкин В.Г. Основные направления исследований деятельности человека-оператора в особых и

экстремальных условиях // Психологические проблемы деятельности в особых условиях. М.: Наука, 1985. С. 5—16.

Забродин Ю.М., Лебедев А.Н. Психофизиология и психофизика. М.: Наука, 1977.

Забродин Ю.М., Носуленко В.Н., Пахомов А.П. Динамические аспекты обнаружения // Психофизика сенсорных систем. М.: Наука, 1979. С. 9—46.

Забродин Ю.М., Пахомов А.П. Психофизическая оценка эффективности обнаружения сигнала // Материалы IV Всесоюзной конференции «Инженерная психология в приборостроении». Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. С. 19—21.

Завалова Н.Д., Пономаренко В.А. Психология формирования специальных навыков и действий в нестандартных ситуациях полета // Космическая биология и авиакосмическая медицина. 1973. № 3. С. 3—10.

Запорожец А.В. Избр. психол. труды: В 2 т. Т. 1. М.: Педагогика, 1986.

Запорожец А.В. (Ред.) Восприятие и действие. М.: Педагогика, 1967.

Зараковский Г.М., Ступницкий В.Н. Асомния и процесс непрерывной деятельности // Психологический журнал. 1987. Т. 8. № 3. С. 53—65.

Зинченко В.П. О микроструктурном методе исследования познавательной деятельности // Эргономика. Труды ВНИИТЭ. № 3. М., 1972. С. 16—43.

Зинченко В.П. Функциональная структура исполнительных (перцептивно-моторных) действий // Эргономика. Труды ВНИИТЭ. № 16. М., 1978. С. 3—38.

Зинченко В.П., Вергилес Н.Ю. Формирование зрительного образа. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969.

Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.

Зинченко П.И. Непроизвольное запоминание. М.: Педагогика, 1961.

Зинченко Т.П. Опознание и кодирование. Л.: Изд-во ЛГУ, 1981.

Иваницкий А.М., Стрелец В.Б., Корсаков И.А. Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М.: Наука, 1984.

Иванников В.А. Психологические механизмы волевой регуляции. М.: Изд-во УРАО, 1998.

Иванов Е.А. Циркадные циклы уровня работоспособности человека-оператора // Методические и технические вопросы экспериментальной психофизиологии. М.: Наука, 1980. С. 58—62.

Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Черноризов А.М. Психофизиология цветового зрения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989.

Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология. СПб.: Питер, 2001.

Индлин Ю.А. Различение громкости тональных сигналов // Проблемы психофизики. М.: Наука, 1974. С. 149—195.

Индлин Ю.А. Роль физических, сенсорных и несенсорных факторов в обнаружении // Психофизические исследования. М.: Наука, 1977*а*. С. 125—148.

Индлин Ю.А. Способы выделения сенсорной функции из экспериментальных данных при исследовании различения // Психофизические исследования. М.: Наука, 1977*б*. С. 189—218.

Индлин Ю.А. Качественная оценка работы испытуемого при использовании метода констант // Психофизика сенсорных систем. М.: Наука, 1979. С. 129—139.

Кануников И.Е., Ветошева В.И. Современные представления о психофизиологической значимости P300 // Физиология человека. 1988. № 2. С. 314—323.

Козловский С.М. Роль эталонов в психофизических измерениях // Вопросы психологии. 1985. № 4. С. 102—109.

Конопкин О.А. Психологические механизмы регуляции деятельности. М.: Наука, 1980.

Конопкин О.А. Психическая саморегуляция психической активности человека (структурно-функциональный аспект) // Вопросы психологии. 1995. № 1. С. 5—12.

Корж Н.Н. Изучение динамики мнестических процессов // Психологический журнал. 1981. Т. 2. № 5. С. 100—105.

Корж Н.Н., Зубков Н.В., Садов В.А. Роль сенсорно-перцептивных эталонов памяти в исследовании психических процессов // Психофизика дискретных и непрерывных задач. М.: Наука, 1985. С. 102—121.

Корж Н.Н., Леонов Ю.П., Соколов Е.Н. О запоминании и узнавании заданного эталона интенсивности звука // Журнал ВНД. 1969. Т. 19. № 6. С. 989—997.

Корсо Д.Ф. Теоретический и исторический обзор понятия порога // Проблемы и методы психофизики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 229—251.

Костандов Э.А. Функциональная асимметрия полушарий и неосознанное восприятие. М.: Наука, 1983.

Кремлев А.Е., Шапкин С.А., Гусев А.Н. Тестмейкер. Компьютерная среда для разработки психодиагностических методик. Руководство пользователя. М.: УМК «Психология», 1994.

Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002.

Купер К. Индивидуальные различия. М.: Аспект Пресс, 2000.

Лебедев В.И. Психологическая деятельность в технических системах. М.: МГИ им. Е.Р. Дашковой, 2000.

Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.

Леонова А.Б., Медведев В.И. Функциональные состояния человека в трудовой деятельности. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981.

Леонтьев А.А. Деятельный ум. М.: Смысл, 2001.

Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. М.: Политиздат, 1965.

Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность // Избр. психол. произведения: В 2 т. Т. 2. М.: Педагогика, 1983.

Леонтьев А.Н. Лекции по общей психологии. М.: Смысл, 2000.

Либин А.В. Дифференциальная психология. М.: Смысл, 1999.

Линдсли Д. Внимание, сознание, сон и бодрствование // Нейрофизиологические механизмы внимания. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. С. 15—49.

Линк С. Волновая теория различения и сходства: очерки экспериментальной психологии. Т. 1. Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1995.

Логвиненко А.Д. Зрительное восприятие пространства. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981.

Логвиненко А.Д. Чувственные основы восприятия пространства. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.

Логвиненко А.Д. Психология восприятия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987.

Логвиненко А.Д., Дубровский В.Е., Меньшикова Г.Я., Назаров А.И., Чернаков Г.Е. Фурье-анализ зрительного восприятия // Под ред. А.Д. Логвиненко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.

Ломов Б.Ф. Человек и техника. М.: Советское радио, 1966.

Ломов Б.Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии. М.: Педагогика, 1984.

Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969.

Люютинен Х. Эраузел. Антиципация и внимание: психофизиологическая перспектива // Когнитивная психология / Материалы финско-советского симпозиума. М.: Наука, 1986. С. 93—101.

Люютинен Х. Предвидение как проблема в психофизиологических исследованиях // ЭЭГ и нейронная активность в психологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 24—33.

Макаров В.И. Изменение биоритмов в экстремальных условиях // Хронобиология и хрономедицина: Руководство / Под. ред. Ф.И. Комарова. М.: Медицина, 1989. С. 169—183.

Матюшкин А.М. Психологическая структура, динамика и развитие познавательной активности // Вопросы психологии. 1982. № 4. С. 5—17.

Методики исследования и диагностики функционального состояния и работоспособности человека-оператора в экстремальных условиях // Отв. ред. Л.Г. Дикая, А.Н. Занковский. М., 1989.

Михалевская М.Б. Использование комплекса признаков ответной реакции для определения абсолютного порога // Вопросы психологии. 1965. № 5. С. 102—113.

Михалевская М.Б. Порог и пороговая зона // Сенсорные и сенсомоторные процессы. М.: Педагогика, 1972. С. 54—60.

Михалевская М.Б., Самойлович Л.А., Финкель Н.В. Избирательное влияние направленной мотивации на сенсорное звено процесса околопорогового восприятия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1988. № 4. С. 31—44.

Михалевская М.Б., Скотникова И.Г. Метод подравнивания: зависимость мер чувствительности от сенсорной задачи // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1978. № 1. С. 46—56.

Моросанова В.И. Индивидуальный стиль саморегуляции: феномен, структура и функции в произвольной активности человека. М.: Наука, 1998.

Моросанова В.И. Личностные аспекты стилевой саморегуляции // Ежегодник РПО. Материалы III Всероссийского съезда психологов. 25—28 июня 2003 г. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003.

Наатанен Р. Внимание и функции мозга. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.

Найсер У. Познание и реальность. М.: Прогресс, 1980.

Наринская А.Л. Динамика психической работоспособности в условиях непрерывного 72-х часового бодрствования // Актуальные вопросы космической биологии и медицины / Под ред. О.Г. Газенко. М.: ИМБП, 1971. С. 201—202.

Наринская А.Л. Суточная динамика психической работоспособности в условиях 72-х часового непрерывного бодрствования // Космическая биология и авиакосмическая медицина. 1972. Т. 6. № 6. С. 64—69.

Небылицин В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления // Инженерная психология / Под ред. А.Н. Леонтьева и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. С. 358—367.

Небылицин В.Д. Основные свойства нервной системы человека как нейрофизиологическая основа индивидуальности // Естественнонаучные основы психологии / Под ред. А.А. Смирнова, А.Р. Лурия, В.Д. Небылицина. М.: Педагогика, 1978. С. 295—337.

Новикова Л.А., Рыбалко Н.В. Нейросенсорные нарушения слуха у детей (электрофизиологическое исследование). М.: Педагогика, 1987.

Носуленко В.Н., Пахомов А.П. Изменение психофизических показателей эффективности выполнения задач обнаружения в условиях многосуточного эксперимента // Психологические аспекты человеческой деятельности. М.: МУНХ, 1978. С. 17—29.

Ошанин Д.А., Шебек Л.Р., Конрад Э.Н. О природе образа-эталона в процессах опознания вариативных объектов // Вопросы психологии. 1968. № 5. С. 42—49.

Пахомов А.П., Шаповалов В.И. Динамика психофизических показателей обнаружения слабых сигналов // Вопросы кибернетики. Проблемы измерения психических характеристик человека в познавательных процессах. М.: Наука, 1980. С. 52—69.

Переслени Л.И. К вопросу о связи параметров вызванных потенциалов с перцепцией // Журнал ВНД. 1980. Т. 10. № 4. С. 780—787.

Переслени Л.И., Михалевская М.Б., Гусев А.Н. Вызванные потенциалы, восприятие и циклические процессы // Физиология человека. 1987. Т. 13. № 6. С. 1015—1022.

Петровский В.А. К психологии активности личности // Вопросы психологии. 1975. № 3. С. 26—38.

Платонов К.К. Краткий словарь психологических понятий. М.: Наука, 1981. С. 170.

Пономаренко В.А. Авиация — белое и черное. М., 1995.

Рубахин В.Ф. Психологические основы переработки первичной информации. М.: Наука, 1974.

Русалов В.М. Предметный и коммуникативный аспекты темперамента человека // Психологический журнал. 1989. Т. 10. № 1. С. 10—21.

Рутман Э.М. Вызванные потенциалы в психологии и психофизиологии. М.: Наука, 1979.

Садов В.А. Психофизическое исследование сенсорных эталонов памяти // Психологический журнал. 1982. Т. 3. № 1. С. 77—84.

Светс Дж., Таннер В., Бердсалл Т. Статистическая теория решений и восприятие // Инженерная психология / Под ред. Д.Ю. Панова, В.П. Зинченко. М.: Прогресс, 1964. С. 269—335.

Семикин В.В. Произвольная саморегуляция состояния в условиях непрерывной деятельности: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1986.

Семикин В.В. Эффективность влияния различных способов саморегуляции на адаптацию операторов к условиям РНД // Функциональные состояния и эффективность деятельности человека-оператора в режиме непрерывной деятельности. М.: ИП АН СССР, 1987. С. 242—260.

Сеченов И.М. Избранные произведения. Т. 1. М.: Наука, 1952.

Скотникова И.Г. Системная динамика взаимосвязи сенсорных стратегий и особенностей индивидуальности: анализ с привлечением категории когнитивного стиля // Системный анализ сенсорно-перцептивных процессов. М.: ИП АН СССР, 1988. С. 149—205.

Скотникова И.Г. Психофизические характеристики зрительного различения и когнитивный стиль // Психологический журнал. 1990. Т. 11. № 1. С. 84—94.

Скотникова И.Г. Исследования в области дифференциальной психофизики-1 // Проблемы дифференциальной психофизики. М.: ИП АН СССР, 1991. С. 18—34.

Скотникова И.Г. Развитие субъектно-ориентированного подхода в психофизике // Психология индивидуального и группового субъекта / Под ред. А.В. Брушлинского. М.: ПЕР СЭ. 2002*а*. С. 220—269.

Скотникова И.Г. Кросскультурные исследования уверенности в сенсорных суждениях // Ежегодник РПО «Психология и ее приложения». Т. 9. Вып. 2. М., 2002б. С. 159—160.

Скотникова И.Г. Субъектная психофизика: результаты исследований // Психологический журнал. 2003а. Т. 24. № 2. С. 121—131.

Скотникова И.Г. Психология сенсорных процессов // Психология XXI века / Под ред. В.Н. Дружинина. М.: ПЕР СЭ, 2003*б*. С. 117—168.

Смирнов А.А. Проблемы психологии памяти. М.: Педагогика, 1966.

Соколов Е.Н. Восприятие и условный рефлекс. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1958.

Соколов Е.Н. Нервная модель стимула и ориентировочный рефлекс // Вопросы психологии. 1960. № 4. С. 128—136.

Соколов Е.Н. Статистическая модель наблюдателя // Инженерная психология / Под ред. А.Н. Леонтьева и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964.

Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. М.: Наука, 1981*а*.

Соколов Е.Н. Психофизиология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981*б*.

Соколов Е.Н. Принцип векторного кодирования в психофизиологии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1995. № 4. С. 3—12.

Соколов Е.Н. Восприятие и условный рефлекс: новый взгляд. М.: УМК «Психология», 2003.

Соколов Е.Н., Михалевская М.Б. Метод тестирующего стимула // Вопросы психологии. 1962. № 1. С. 28—37.

Соколов Е.Н., Станкус А.И. Типы психофизиологических реакций на информационную нагрузку // Анализ сердечного ритма. Вильнюс, 1982.

Солсо Р.Л. Когнитивная психология. М.: Тривола, 1995.

Солсо Р., Маклин К. Экспериментальная психология. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2003.

Стивенс С.С. О психофизическом законе // Проблемы и методы психофизики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 56—102.

Столин В.В. Исследование порождения зрительного пространственного образа // Восприятие и деятельность. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 101—208.

Суходоев В.В., Занковский А.Н. Оценка и динамика выраженности КГР у операторов в условиях РНД // Функциональные состояния и эффективность деятельности человека-оператора в режиме непрерывной деятельности. М.: ИП АН СССР, 1987. С. 261—281.

Терстоун Л.Л. Психофизический анализ // Проблемы и методы психофизики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 33—55.

Узнадзе Д.Н. Теория установки. М.; Воронеж, 1997.

Ухтомский А.А. Избранные труды. М.: Наука, 1978.

Ухтомский А.А. Доминанта. СПб.: Питер, 2002.

Фейгенберг И.М. Вероятностное прогнозирование в деятельности мозга // Вопросы психологии. 1963. № 2. С. 16—25.

Фейгенберг И.М., Иванников В.А. Вероятностное прогнозирование и преднастройка к движениям. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978.

Финкель Н.В. Исследование структуры и механизмов процесса околопорогового восприятия: Дис. ... канд. психол. наук. М.: МГУ, 1988.

Фришман Е.З. Вариативность порогов обнаружения и ее причины // Психофизика сенсорных систем / Отв. ред. Б.Ф. Ломов, Ю.М. Забродин. М.: Наука, 1979. С. 46—63.

Фришман Е.З. Роль индивидуальных особенностей наблюдателя в процессе решения сенсорно-перцептивных задач // Особенности решения сенсорных задач человеком. М.: Наука, 1981.

Фришман Е.З. Дифференциация состояний человека-оператора по психофизическим показателям // Методики исследования и диагностики ФС и работоспособности человека. М.: ИП АН СССР, 1987. С. 245—256.

Хачатурьянц Л.С., Гримак Л.П., Хрунов Е.В. Экспериментальная психофизиология в космических исследованиях. М.: Наука, 1976.

Хекхаузен Х. Мотивация и деятельность: В 2 т. М.: Педагогика, 1986.

Хессет Дж. Введение в психофизиологию. М.: Мир, 1981.

Хомская Е.Д. Мозг и активация. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972.

Худяков А.И. Психофизика обобщенного образа: Дис. ... докт. психол. наук. Л., 2001.

Худяков А.И., Зароченцев К.Д. Обобщенный образ как предмет психофизики. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000.

Цзен Н.В., Шмелев А.Г. Изменение дифференциальной чувствительности как показатель аутогенной тренировки // Психофизика дискретных и непрерывных задач. М.: Наука, 1985. С. 121—137.

Шапкин С.А. Опросник мотивации достижения: новая модификация // Психологический журнал. 2000. Т. 21. № 2. С. 113—127.

Шапкин С.А., Гусев А.Н. Определение когнитивных стратегий оператора-наблюдателя в процессе адаптации к условиям депривации сна // Методики диагностики психических состояний и анализа деятельности человека / Под ред. Л.Г. Дикой. М.: ИП РАН, 1994.

Шапкин С.А., Гусев А.Н. Влияние личностных особенностей и времени суток на выполнение простой сенсомоторной задачи // Психологический журнал. 2001. Т. 13. № 2. С. 50—56.

Шапкин С.А., Гусев А.Н., Дикая Л.Г., Дубнер О.Л. Оценка состояний напряженности и утомления по динамике сенсорной чувствительности и спектра ЭЭГ в экстремальных условиях // Психическая напряженность в трудовой деятельности / Под ред. Л.Г. Дикой. М.: ИП АН СССР, 1990. С. 24—38.

Шехтер М.С. Проблемы опознания // Познавательные процессы: ощущение и восприятие. М.: Педагогика, 1982. С. 300—330.

Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса: избранные труды. М.: Наука, 1983.

Шмелев А.Г. Психодиагностика личностных черт. СПб.: Речь, 2002.

Шошаль Р. Время реакции // Экспериментальная психология / Под ред. П. Фресса, Ж. Пиаже. Вып. 1, 2. М.: Прогресс, 1966. С. 314—375.

Эдельмен Дж. Селекция групп и фазная повторная сигнализация // Разумный мозг. М.: Мир, 1980. С. 68—138.

Adams J.K., Adams P.A. Realism of confidence judgments // Psychol. Review. 1961. Vol. 63. P. 33—45.

Adams J.K., Boulter L.R. Spatial and temporal uncertainty as determinants of vigilance performance // J. of Experimental Psychology. 1964. Vol. 67. P. 127—131.

Amelang M., Ullwer U. Ansatz und Ergebnisse einer (fast) umfassenden Ueberpruefung von Eysencks Extraversionstheorie / Results of a (nearly) comprehensive study of Eysenck's extraversion theory // Psychologische-Beitraege. 1991. Bd 33. S. 23—46.

Atkinson J.W. Strength of motivation and efficiency of performance // Motivation and achievement / Ed. by J.W. Atkinson, J.O. Raynor. Washington, DC: V.H. Winston, 1974. P. 117—142.

Atkinson R.C. A variable sensitivity theory of signal detection // Psychol. Review. 1963. Vol. 70. P. 91—106.

Baker C.H. Man and radar displays. N.Y.: Macmillan, 1962.

Balakrishnan J., Ratcliff1 R. Testing models of decision making using confidence ratings in classification / J. of Experimental Psychol.: Human Perception and Performance. 1993. Vol. 22. P. 615—633.

Baranski J.V., Petrusic W.M. The calibration and resolution of confidence in perceptual judgments // Perception & Psychophysics. 1994. Vol. 55. P. 412—428.

Baranski J.V., Petrusic W.M. A doubt-scaling model of confidence calibration in human judgment // Intern. J. of Psychology. 1996. Vol. 31. P. 186 (Abstract).

Baranski J., Petrusic W. Probing the locus of confidence judgments: experiments on the time to determine confidence // J. of Experimental Psychol.: Human Perception and Performance. 1998. Vol. 24. P. 929—945.

Bardin K., Indlin Yu., Zabrodin Yu. The threshold problem and some possible ways to solve it // Advances in Psychophysics / Ed. by H. Geissler, Yu. Zabrodin. Berlin: DVW, 1976.

Beatty J., Greenberg A., Deibler W., O'Hanlon J. Operant control of occipital theta rhythm affects performance in a radar monitoring task // Science. 1974. Vol. 183. P. 871—873.

Becker A., Warm J.S., Dember W.N., Hancock P. Effects of jet engine noise and performance feedback on perceived workload in a monitoring task // The Intern. J. of Aviation Psychol. 1995. Vol. 5. P. 49—62.

Berntson G.G., Cacioppo J.T., Quigley K.S. Cardiac Psychophysiology and Autonomic Space in Humans: Empirical Perspectives and Conceptual Implications // Psychol. Bulletin. 1993. Vol. 114. P. 296—322.

Bjorkman M. Internal cue theory: calibration and resolution of confidence in general knowledge // Organizational Behavior and Human Processes. 1994. Vol. 58. P. 386—405.

Bjorkman M., Juslin P., Winman A. Realism of confidence in sensory discrimination: the underconfidence phenomenon // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 54. P. 75—81.

Blake M.J.F. Time of day effects on performance in a range of tasks // Psychonomic Science. 1967. Vol. 9. P. 349—350.

Boring E.G. The control of attitude in psychophysical experiments // Psychol. Review. 1920. Vol. 27. P. 440—452.

Bowers J.C. Effects of the rate of repetitive stimulation on probe detection in a vigilance task: Unpublished master's thesis. University of Cincinnati, OH, 1982.

Bowyer P., Humphreys M.S., Revelle W. Arousal and recognition memory: The effects of impulsivity, caffeine, and time on task // Personality and Individual Differences. 1983. Vol. 4. P. 41—49.

Broadbent D.E., Gregory M. Vigilance considered as a statistical decision // Brit. J. of Psychology. 1963*a*. Vol. 54. P. 309—323.

Broadbent D.E., Gregory M. Division of attention and the decision theory of signal detection // Proceedings of the Royal Society. Series B. 1963*b*. Vol. 158. P. 222—231.

Browne J.A., Howarth E. A comprehensive factor analysis of personality questionnaire items: A test of twenty putative factor hypotheses // Multivariate Behavioural Research. 1977. Vol. 12. P. 399—427.

Bughsbaum M., Silverman T. Stimulus intensity control and the cortical evoked response // Psychosomatic Medicine. 1968. Vol. 30. P. 79—84.

Buss D.M., Craik K.H. The act frequency approach to personality // Psychol. Review. 1983. Vol. 90. P. 105—126.

Cacioppo J.T., Tassinary L.G. Inferring psychological significance from physiological signals // American Psychologist. 1990. Vol. 45. P. 136—150.

Carrier J., Monk T.H. Circadian rhythms of performance: new trends // Chronobiol. Int. 2000. Vol. 17. P. 719—732.

Chebat J.C., Limoges F., Gelinas C.C. Effects of circadian orientation, time of day, and arousal on consumers' depth of information processing of advertising // Perceptual and Motor Skills. 1997. Vol. 85. P. 479—490.

Colquhoun W.P. Sonar target detection as a decision process // J. of Applied Psychol. 1967. Vol. 51. P. 187—190.

Colquhoun W.P. Evaluation of auditory, visual, and dual-mode displays for prolonged sonar monitoring in repeated sessions // Human Factors. 1975. Vol. 17. P. 425—437.

Colquhoun W.P., Corcoran D.W. The effects of time of day and social isolation on the relationship between temperament and performance // Brit. J. of Social and Clinical Psychol. 1964. Vol. 3. P. 226—231.

Corcoran D.W. Personality and the inverted U-relation // Brit. J. of Psychology. 1965. Vol. 56. P. 267—273.

Corcoran D.W. Individual differences in arousal // Biological bases of individual behaviour. N.Y.: Academic Press, 1972. P. 269—290.

Craig M.J., Humphreys M.S., Rocklin T. R., Revelle W. Impulsivity, neuroticism, and caffeine: Do they have additive effects on arousal? // J. of Research in Personality. 1979. Vol. 13. P. 404—419.

Crider A., Augenbraum C. Auditory vigilance correlates of electrodermal response habituation speed // Psychophysiology. 1975. Vol. 12. P. 36—40.

Crider A., Lunn R. Electrodermal lability as a personality dimension // J. of Experimental Research in Personality. 1971. Vol. 5. P. 145—150.

Davies D.R., Parasuraman R. The psychology of vigilance. London: Academic Press, 1982.

Davies D., Hockey G., Taylor A. Varied auditorystimulation, temperament differences and vigilance performance // Brit. J. of Psychology. 1969. Vol. 60. P. 453—457.

Deaton J.E., Parasuraman R. Sensory and cognitive vigilance: Effects of age on performance and subjective workload // Human Performance. 1993. Vol. 6. P. 71—97.

Dember W.N., Warm J.S. Psychology of perception. 2nd ed. N.Y.: Holt, Rinehart & Winston, 1979.

Derryberry D., Tucker D. The adaptive base of the neural hierarchy: elementary motivational controls on network function // Nebraska Symposium on Motivation / Ed. by R. Diensiber. 1991. Vol. 38. P. 289—342.

Dickman S.J. Impulsivity, arousal and attention // Personality and Individual Differences. 2000. Vol. 28. P. 563—581.

Dittmar M.L., Warm J.S., Dember W.N., Ricks D.F. Sex differences in vigilance performance and perceived workload // J. of General Psychology. 1993. Vol. 120. P. 309—322.

Donchin E., Ritter W., McCallum W. Cognitive psychophysiology: the endogenous components of the ERP // Event-related Brain Potentials in Man. N.Y.: Academic Press, 1978. P. 349—411.

Duffy E. Activation and behaviour. N.Y.: Wiley, 1962.

Eason R., Beardshall A., Jaffee S. Performance and physiological indicants of activation in a vigilance situation // Perceptual and Motor Skills. 1965. Vol. 20. P. 3—13.

Eggemeier F.T. Properties of workload assessment techniques // Human mental workload / Ed. by P.A. Hancock, N. Meshkati. Amsterdam: Elsevier North Holland, 1988. P. 41—62.

Eysenk H. The biological basis of personality. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1967.

Eysenck H.J., Eysenck S.B.G. Manual for the Eysenck Personality Questionnaire. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service, 1975.

Eysenck M.W. Individual differences in vigilance performance // Vigilance and performance in automatized systems / Ed. by A. Coblentz. NATO Advanced Science Institutes series. Series D: Behavioural and social sciences. 1989. Vol. 49. P. 31—40.

Fahrenberg J. Psychophysiology of neuroticism and anxiety // Handbook of individual differences: Biological perspectives. Wiley psychophysiology handbooks / Ed. by A. Gale, M. Eysenck. Chichester: John Wiley & Sons, 1992. P. 179—226.

Fechner G.T. Elements der Psychophysik. Leipzig: Breiktkopf & Harterl, 1860.

Ferrell W.R. A model for realism of confidence judgments: Implications for underconfidence in sensory discrimination // Perception and Psychophysics. 1995. Vol. 57. P. 246—254.

Fisk A.D., Scerbo M.W. Automatic and control processing approach to interpreting vigilance performance: A review and reevaluation // Human Factors. 1987. Vol. 29. P. 653—660.

Frankenhaeuser M. Experimental approaches to the study of catecholamines and emotion // Emotions: Their parameters and measurement / Ed. by L. Levi. N.Y.: Raven, 1975. P. 209—234.

Frigon J.Y., Granger L. Extraversion-introversion and arousal in a visual vigilance task // Bull. de Psychologie. 1978. Vol. 32 (1-sup-2). P. 33—40.

Frith C. The interaction of noise and personality with critical flicker fusion performance // Brit. J. of Psychology. 1967. Vol. 58. P. 127—131.

Gale A., Eysenck M. Psychophysiology: A program for individual differences research? // Handbook of individual differences: Biological perspectives. Wiley psychophysiology handbooks / Ed. by A. Gale, M. Eysenck. Chichester: John Wiley & Sons, 1992. P. 1—18.

Galinsky T.L., Rosa R.R., Warm J.S., Dember W.N. Psychophysical determinants of stress in sustained attention // Human Factors. 1993. Vol. 35. P. 603—614.

Galinsky T.L., Warm J.S., Dember W.N., Weiler E.M., Scerbo W.M. Sensory alternation and vigilance performance: The role of pathway inhibition // Human Factors. 1990. Vol. 32. P. 717—728.

Geen R.G., McCown E.J., Broyles J.W. Effects of noise on sensitivity of introverts and extraverts to signals in a vigilance task // Personality and Individual Differences. 1985. Vol. 6. P. 237—241.

Gescheider G. Psychophysics: the fundamentals. 3rd ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.

Gluckman J.P. Capacity demand in dual task-monitoring of simultaneous and successive vigilance tasks: Unpublished master's thesis. University of Cincinnati, Ohio, 1988.

Gluckman J.P., Dember W.N., Warm J.S. Capacity demand in dual-task monitoring of simultaneous and successive vigilance tasks // Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1988. P. 1463—1465.

Golubinov V. Personality factors of optimal control in signal detection // Fechner Day 96 / Ed. by S. Masin. Padua, 1996. P. 269—274.

Green D., Swets J. Signal detection theory and psychophysics. N.Y.: Wiley, 1966.

Grubb P.L., Warm J.S., Dember W.N., Berch D.B. Effects of multiple-signal discrimination on vigilance performance and perceived workload // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1995. P. 1360—1364.

Gruzelier J.H., Venables P.H. Two-flash threshold, sensitivity and в in normal subjects and shizophrenics // The Quarterly J. of Experimental Psychology. 1974. Vol. 26. P. 594—604.

Guilford J.P. Psychometrics methods. N.Y.: McGraw-Hill, 1954.

Gulian E. Psychophysiological correlates of auditory vigilance under noise conditions in introverts and extraverts // Revue Roumaine des Sciences Sociales. Serie de Psychologie. 1972*a*. Vol. 15. P. 125—136.

Gulian E. Focusing of attention and arousal level under interaction of stressors in introverts and extraverts // Revue Roumaine des Sciences Sociales. Serie de Psychologie. 1972*b*. Vol. 16. P. 153—167.

Gump B.B., Matthews K.A. Vigilance and Cardiovascular Reactivity to Subsequent Stressors in Men: A Preliminary Study // Health Psychology. 1998. Vol. 17. P. 930—945.

Gusev A., Schapkin S. Individual differences in auditory signal detection task: subject-oriented study // Fechner Day 2001 / Ed. by E. Sammerfeld, R. Kompass, T. Lachmann. Lengerich: Pabst Science Publishers, 2001. P. 397—402.

Hancock P.A. Environmental stressors // Sustained attention in human performance / Ed. by J.S. Warm. Chichester: Wiley, 1984. P. 103—142.

Hancock P.A. The effect of gender and time of day upon the subjective estimate of mental workload during the performance of a simple task // Human mental workload / Ed. by P.A. Hancock, N. Meshkati. Amsterdam: North Holland, 1988. P. 239—250.

Hancock P.A., Warm J.S. A dynamic model of stress and sustained attention // Human Factors. 1989. Vol. 31. P. 519—537.

Hancock P.A., Williams G., Manning C.M., Miyake S. Influence of task demand characteristics on workload and performance // Intern. J. of Aviation Psychology. 1995. Vol. 5. P. 63—86.

Handbook of Psychophysiology / Ed. by J. Cacioppo, L. Tassinary, G. Berntson. 2nd ed. Cambridge University Press, 2000. 486 p.

Hansenne M., Polich J., Kok A. Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review // Biological Psychology. 1995. Vol. 41. P. 103—146.

Hart S.G., Staveland L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research // Human mental workload / Ed. by P.A. Hancock, N. Meshkati. Amsterdam: Elsevier, 1988. P. 139—183.

Haslam D. Individual differences in pain threshold and level of arousal // Brit. J. of Psychology. 1967. Vol. 58. P. 139—142.

Hastrup J.L. Effects of electrodermal lability and introversion on vigilance decrement // Psychophysiology. 1979. Vol. 16. P. 302—310.

Hastrup J.L., Katkin E.S. Electrodermal lability: An attempt to measure its psychological correlates // Psychophysiology. 1976. Vol. 13. P. 296—301.

Hatfield J.L., Loeb M. Sense mode and coupling in a vigilance task // Perception and Psychophysics. 1968. Vol. 4. P. 29—36.

Hazlett R.L., Falkin S., Lawhorn W., Friedman E., Haynes S.N. Cardiovascular Reactivity to a Naturally Occurring Stressor: Development and Psychometric Evaluation of a Psychophysiological Assessment Procedure // J. of Behavioral Medicine. 1997. Vol. 20. P. 551—570.

Hebb D.O. Drives and the C.N.S. (conceptual nervous system) // Psychol. Review. 1955. Vol. 62. P. 243—254.

Hill S., Iavecchia H., Byers J., Bittner A. et al. Comparison of four subjective workload rating scales // Human Factors. 1992. Vol. 34. P. 429—439.

Hirschberg N. A correct treatment of traits // Metatheories of Personality / Ed. by H. London. N.Y.: Wiley, 1978. P. 45—67.

Hirst W., Kalmar D. Characterizing attentional resources // J. of Experimental Psychol. 1987. Vol. 116. P. 68—81.

Hockey G.R.J. Varieties of attentional state // Varieties of attention / Ed. by R. Parasuraman, D.R. Davies. Orlando, FL: Academic Press, 1984. P. 449—483.

Hockey G.R.J. Cognitive-energetical control mechanisms in the management of work demands and psychological health // Attention: Selection, awareness and control / Ed. by A.D. Baddeley, L. Weiskrantz. Oxford: Oxford University Press, 1993. P. 328—345.

Hot P., Naveteur J., Leconte P. Diurnal variations of tonic electrodermal activity // Intern. J. Psychophysiol. 1999. Vol. 33. P. 223—230.

Howell K.L. Engineering psychology in a changing world // Annual Review of Psychol. 1993. Vol. 44. P. 231—263.

Humphreys M.S., Revelle W. Personality, motivation and performance: a theory of the relationship between individual

differences and information processing // Psychol. Review. 1984. Vol. 91. P. 153—184.

Jerison H.J. Vigilance, discrimination, and attention // Attention: Contemporary theory and analysis / Ed. by D.I. Mostofsky. N.Y.: Appleton-Century-Crofts, 1970. P. 127—147.

Johnson L. Sleep deprivation and performance. Biological Rhythms, Sleep and Performance. N.Y.: Spectrum, 1982.

Jonides J. Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement // Attention and performance IX / Ed. by J.B. Long, A.D. Baddeley. Hillsdale, NJ: Eribaum, 1981. P. 187—203.

Joshi A., Dember W.N., Warm J.S., Scerbo M.W. Capacity demands in sustained attention / Paper presented at the meeting of the Psychonomic Society. Boston, MA, 1985.

Kahneman D. Attention and effort. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973.

Kamarck T.W., Jennings J.R., Pogue-Geile M. et al. // A multidimensional measurement model for cardiovascular reactivity: stability and cross-validation in two adult samples // Health Psychol. 1994. Vol. 13. P. 471—480.

Kamarck T.W., Jennings J.R., Stewart C.J. Reliable responses to a cardiovascular reactivity protocol: a replication study in a biracial female sample // Psychophysiology. 1993. Vol. 30. P. 627—634.

Kanas N., Manzey D. Spase psychology and psychiatry. Segundo, Calif., 2003.

Keren G. Calibration and probability judgments: conceptual and methodological issues // Acta Psychologica. 1991. Vol. 77. P. 217—273.

Kishimoto Y. Visual vigilance performance of extraverts and introverts under two conditions of signal frequency // Japan. J. of Psychology. 1977. Vol. 48. N 1. P. 53—57.

Kjelberg A. Sleep deprivation and some aspects of performance (part 1—3) // Waking and Sleeping. 1977. N 1. P. 139—153.

Koelega H.S., Brinkman J., Hendriks L., Verbaten M.N. Processing demands, effort, and individual differences in four different vigilance tasks // Human Factors. 1989. Vol. 31. P. 45—62.

Kondo C.Y., Travis T.A., Knott J.R. The effect of changes in motivation on alpha enhancement // Psychophysiology. 1975. Vol. 12. P. 388—399.

Kujala T., Kallio J., Tervaniemi M., Naatanen R. The mismatch negativity as an index of temporal processing in audition // Clinical Neurophysiol. 2001. Vol. 112. P. 1712—1719.

Lacey J.L. Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory // Psychological stress / Ed. by M.H. Appley, R. Trumbell. N.Y.: Appleton-Century-Crofts, 1967. P. 14—37.

Lanzetta T.M., Dember W.N., Warm J.S., Berch D.B. Effects of task type and stimulus heterogeneity on the event rate function in sustained attention // Human Factors. 1987. Vol. 29. P. 625—633.

Larsen P.B., Schneiderman N., Pasin R.D. Physiological bases of cardiovascular psychophysiology // Psychophysiology: Systems, processes, and applications / Ed. by M.G.H. Coles, E. Donchin, S.W. Porges. N.Y.: Guilford Press, 1986. P. 122—165.

Lihcytenshtein S., Fishhoff B., Phillips L. Calibration of probabilities: the state of art to 1980 // Judgments under uncertainty: Heuristics and bases / Ed. by D. Kahneman, P. Solvic, A. Tversky. Cambridge Univ. Pr., 1982. P. 306—334.

Lisper H.O., Tornros J. Effects of inter-signal interval regularity on increases in reaction time in one hour auditory monitoring task // Acta Psychologica. 1974. Vol. 38. P. 455—460.

Liu Y., Wickens C.D. Visual scanning with or without spatial uncertainty and divided and selective attention // Acta Psychologica. 1992. Vol. 79. P. 131—153.

Locke E. Motivation, Cognition, and Action: An Analysis of Studies of Task Goals and Knoweledge // Applied Psychology. An Intern.Rev. 2000. Vol. 49. P. 408—429.

Lockhead G. Psychophysical scaling: Judgments and attributes or objects? // Behavioral and Brain Sciences. 1992. Vol. 15. P. 543—601.

Loveless N. The orienting response and evoked potentials in man // Orienting and Habituation: Perspectives in human research / Ed. by D. Siddle. N.Y.: John Wiley and Sons, 1983. P. 71—108.

Lyytinen H. Cognition and phasic arousal // Acta psychol. Fenn. 1975. Vol. 4. P. 17—29.

Lyytinen H., Naatanen R. Autonomic and ERP responses to Deviant Stimuli: analysis of Covariation // Current Trends in Event-Related Potentials Reseach, EEG suppl. 40 / Ed. by

R.Jr. Johnson, R. Parasuraman, J.W. Rohrbaugh. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1987. P. 108—117.

Mackworth J.F. Vigilance and attention. Baltimore: Penguin, 1970.

Matthews G. Arousal, processing resources and individual differences in visual and memory search // Visual search / Ed. by D. Brogan et al. London: Taylor & Francis. 1990. P. 73—79.

Matthews G. Mood // Handbook of human performance. Vol. 3. State and trait / Ed. by A.P. Smith, D.M. Jones. London: Academic Press, 1992. P. 161—194.

Matthews G., Davies R. Arousal and Vigilance: The Role of Task Demands // Viewing Psychology as a Whole. The Integrative Science of William N. Dember / Ed. by R.R. Hoffman, M.F. Sherrick, J.S. Warm. Washington: APA, 1998. P. 113—144.

Matthews G., Davies D.R., Holley P.J. Cognitive predictors of vigilance // Human Factors. 1993. Vol. 35. P. 3—24.

Matthews G., Jones D.M., Chamberlain A. Refining the measurement of mood: The UWIST Mood Adjective Checklist // Brit. J. of Psychol. 1990*a* . Vol. 81. P. 17—42.

Matthews G., Davies D.R., Lees J. Arousal, extraversion and resource availability // J. of Personality and Social Psychology. 1990*b*. Vol. 59. P. 150—168.

Matthews G., Gilliland K. The personality theories of H.J. Eysenck and J.A. Gray: a comparative review // Personality and Individual Differences. 1999. Vol. 26. P. 583—626.

Matthews G., Gilliland K. Personality, biology and cognitive science: a reply to Corr // Personality and Individual Differences. 2001. Vol. 30. P. 353—362.

Matthews G., Margetts I. Self-report arousal and divided attention. A study of performance operating characteristics // Human Performance. 1991. Vol. 4. P. 107—125.

Matthews G., Westerman S.J. Energy and tension as predictors of controlled visual and memory search // Personality and Individual Differences. 1994. Vol. 17. P. 617—626.

May J., Kline P. Measuring the effects upon cognitive abilities of sleep loss continuous operations // Brit. J. of Psychol. 1987. Vol. 16. P. 443—457.

Meyer-Bahlburg H.F., Strobach H. Catecholamine excretion in relation to personality and performance variables // Zeitschrift fur Psychol. 1971. Bd 179. S. 332—367.

Milosevic S. Effect of time and space uncertainty on a vigilance task // Perception and Psychophysics. 1974. Vol. 15. P. 331—334.

Molloy R., Parasuraman R. Monitoring an automated system for a single failure: Vigilance and task complexity effects // Human Factors. 1996. Vol. 38. P. 311—322.

Morris A.M., So Y., Lee K.A., Lash A.A., Becker C.E. The P300 event-related potential. The effects of sleep deprivation // J. of Occupational Medicine. 1992. Vol. 34. P. 1143—1152.

Munro L.L., Dawson M.E., Schell A.M., Sakai L.M. Electrodermal lability and rapid vigilance decrement in a degraded stimulus continuous performance task // J. of Psychophysiology. 1987. Vol. 1. P. 249—257.

Murray H.A. Explorations in personality. N.Y.: Oxford University Press, 1938.

Naatanen R. The inverted U-relation between activation and performance: a critical review // Attention and Performance. Vol. IV / Ed. by S. Kornblum. N.Y.: Academic Press, 1973. P. 155—174.

Naatanen R. Processing Negativity: An Evoked Potentials Reflection of Selective Attention // Psychol. Bulletin. 1982. Vol. 92. P. 605—640.

Naatanen R. The orienting response: An integration of informational and energetical aspects of brain function // Adaptation to stress and task demands: Energetical Aspects and Human Information Processing / Ed. by R.G.J. Hockey, A.W.K. Gaillard, M. Coles. Dordreht: Martinus Nijhoff Publishers, 1986. P. 91—111.

Naatanen R. Mismatch negativity (MMN): perspectives for application // International J. of Psychophysiol. 2000. Vol. 37. P. 3—10.

Naatanen R., Gaillard A.W.K. The N2 deflection and orienting reflex // EEG correlates of information processing: Theoretical issues / Ed. by A.W.K. Gaillard, W. Ritter. Amsterdam: North Holland, 1983. P. 119—141.

Naatanen R., Picton T. N2 and Automatic versus Controlled Processes // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1986. Vol. 38. P. 169—186.

Navon D., Gopher D. On the economy of the human processing system // Psychol. Review. 1979. Vol. 86. P. 214—255.

Norman D.A., Bobrow D.G. On data-limited and resourcelimited processes // Cognitive Psychology. 1975. Vol. 7. P. 44—64.

Norman D.A., Shallice T. Attention to action: Willed and automatic control of behavior // Consciousness and self-regulation: Advances in research. Vol. 4 / Ed. by R.J. Davidson, G.E. Schwartz, D.S. Shapiro. N.Y.: Plenum Press, 1985. P. 1—17.

Norman D., Wickelgren W. Strength theory of decision rules and latency in short-term memory // J. of Methematical Psychol. 1969. Vol. 6. P. 192—208.

Nuechterlein K., Parasuraman R., Jiang Q. Visual sustained attention: Image degradation produces rapid sensitivity decrement over time // Science. 1983. Vol. 220. P. 327—329.

Nygren T.E. Psychometric properties of subjective workload measurement techniques: Implications for their use in the assessment of perceived mental workload // Human Factors. 1991. Vol. 33. P. 17—33.

O'Connor K. Design and analysis in individual difference research // Handbook of individual differences: Biological perspectives / Ed. by A. Gale, M. Eysenck. Chichester: John Wiley & Sons, 1992. P. 45—80.

Olsson H., Winman A. Underconfidance in sensory discrimination: The interaction between experimental setting and response settings // Perception & Psychophysics. 1996. Vol. 58. P. 374—382.

Pachella R.G. The interpretation of reaction time in information-processing research // Human information processing: Tutorials in performance and cognition / Ed. by B. Kantowitz. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1974. P. 41—82.

Parasuraman R. Response bias and physiological reactivity // J. of Psychol. 1975. Vol. 91. P. 309—313.

Parasuraman R. Consistency of individual differences in human vigilance performance: An abilities classification analysis // J. of Applied Psychol. 1976. Vol. 61. P. 486—492.

Parasuraman R. Memory load and event rate control sensitivity decrements in sustained attention // Science. 1979. Vol. 205. P. 924—927.

Parasuraman R. Sustained attention: A multifactorial approach // Attention and performance Vol. XI / Ed. by M. Posnerand, S.M. Marin. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1985. P. 493—511.

Parasuraman R. Vigilance, monitoring and search // Handbook a perception and human factors. Vol. II. Cognitive processes and performance / Ed. by K.R. Boff, L. Kaufman, J.P. Thomas. N.Y.: Wiley, 1986.

Parasuraman R., Davies D.R. Decision theory analysis of response latencies in vigilance // J. of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1976. Vol. 2. P. 578—590.

Parasuraman R., Davies D.R. A taxonomic analysis of vigilance performance // Vigilance: Theory, operational performance and physiological correlates / Ed. by R.R. Mackie. N.Y.: Plenum Press, 1977. P. 559—574.

Parasuraman R., Mouloua M. Interaction of signal discriminability and task type in vigilance decrement // Perception 6- Psychophysics. 1987. Vol. 41. P. 17—22.

Parasuraman R., Warm J.S., Dember W.N. Vigilance: Taxonomy and utility // Ergonomics and human factors: Recent research / Ed. by L.S. Mark, J.S. Warm, R.L. Huston. N.Y.: Springer-Verlag, 1987. P. 11—32.

Parducci A. Happiness, pleasure, and judgment: The contextual theory and its applications. Mahwah, NJ: Erlbaum Press, 1995.

Paul D., Sutton S. Evoked potentials correlates of response criterion in auditory signal detection // Science. 1972. Vol. 177. P. 40—44.

Petrusic W.M., Baranski J.V. Context, feedback, and calibration and resolution of confidence in perceptual judgments // Amer. J. of Psychol. 1997. Vol. 110. P. 543—572.

Picton T.W. The P300 wave of the human event-related potential // J. of Clinical Neurophysiol. 1992. Vol. 9. P. 456—479.

Picton T.W., Bentin S., Berg P. et al. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria // Psychophysiology. 2000. Vol. 37. P. 127—152.

Pigeau R.A., Angus R.G., O'Neill P., Mack I. Vigilance latencies to aircraft detection among NORAD surveillance operators // Human Factors. 1995. Vol. 37. P. 622—634.

Pollak M.H., Obrist P.A. Effects of autonomic blockade on heart rate responses to reaction time and sustained handgrip tasks // Psychophysiology. 1988. Vol. 25. P. 689—695.

Poulton E.C. Arousing environmental stresses can improve performance, whatever people say // Aviation, Space and Environmental Medicine. 1976. Vol. 47. P. 1193—1204.

Poulton E.C. Composite model for human performance in continuous noise // Psychol. Review. 1979. Vol. 86. P. 361—375.

Proctor R.W., Van Zandt T. Human factors in simple and complex systems. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 1994.

Rapoport J. Childhood obsessive-compulsive disorder // Amer. J. of Psychiatry. 1981. Vol. 138. P. 1545—1554.

Revelle W. Personality, motivation, and cognitive performance // Abilities, motivation, and methodology: The Minnesota Symposium on Learning and Individual Differences / Ed. by R. Kanfer et al. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1989. P. 297—341.

Revelle W. Individual differences in personality and motivation: "Non-cognitive" determinants of cognitive performance // Attention: selection, awareness and control: A tribute to Donald Broadbent / Ed. by A. Baddeley, L. Weiskantz. Oxford: Oxford University Press, 1993. P. 346—373.

Revelle W. Personality Processes // Annual Review of Psychol. 1995. Vol. 46. P. 295—328.

Revelle W., Amaral P., Turriff S. Introversion/extraversion, time stress, and caffeine: The effect on verbal performance // Science. 1976. Vol. 192. P. 149—150.

Revelle W., Anderson K.J. Models for the testing of theory // Handbook of individual differences: Biological perspectives / Ed. by A. Gale, M. Eysenck. Chichester: John Wiley & Sons. 1992. P. 81—113.

Revelle W., Anderson K., Humphreys M. Empirical tests and theoretical extensions of arousal based theories of personality // Personality Dimensions and Arousal / Ed. by J. Strelau, H.J. Eysenck. London: Plenum, 1987. P. 17—36.

Revelle W., Humphreys M.S. Personality, motivation, and performance: Unpublished manuscript, 1983.

Revelle W., Humphreys M.S., Simon L., Gilliland K. The interactive effect of personality, time of day, and caffeine: A test of the arousal model // J. of Experimental Psychol. General. 1980. Vol. 109. P. 1—31.

Richter D.O., Senter R., Warm J.S. Effects of the rate and regularity of background events on sustained attention // Bull. of Psychonomic Society. 1981. Vol. 18. P. 207—210.

Robinson D.L. How brain arousal systems determine different temperament types and the major dimensions of personality // Personality and Individual Differences. 2001. Vol. 31. P. 1233—1259.

Rocklin T., Revelle W. The measurement of extraversion: A comparison of the Eysenck Personality Inventory and the Eysenck Personality Questionnaire // Brit. J. of Social Psychol. 1981. Vol. 20. P. 279—284.

Sarris V. Frame of reference models in psychophysics: A perceptual-cognitive approach // Perceptual beyond sensation / Ed. by C. Kaernbach et al. Mahwah, NJ: Erlbaum Press, 2001.

Satchell P.M. Cockpit monitoring and alerting systems. Brookfield, VT: Ashgate, 1993.

Scerbo M.W., Greenwald C.Q., Sawin D.A. The effects of subject-controlled pacing and task type upon sustained attention and subjective workload // J. of General Psychol. 1993. Vol. 113. P. 293—307.

Scerbo M.W., Warm J.S., Doettling V.S., Parasuraman R., Fisk A.D. Event asynchrony and task demands in sustained attention // Ergonomics and human factors: Recent research / Ed. by L.S. Mark, J.S. Warm, R.L. Huston. N.Y.: Springer-Verlag, 1987. P. 33—39.

Schmidke H. Vigilance // Psychologica and physiological correlates of work and fatigue / Ed. by E. Simonson, P.C. Weiser. Springfield, IL: Thomas, 1976. P. 126—138.

Schneider W., Dumais S., Shiffrin R.M. Automatic and controlled processing and attention // Varieties of attention / Ed. by R. Parasuraman, D.R. Davies. Orlando, FL: Academic Press, 1984. P. 1—27.

See J.E., Howe S.R., Warm J.S., Dember W.N. A meta-analysis of the sensitivity decrement in vigilance // Psychol. Bulletin. 1995. Vol. 117. P. 230—249.

Sheridan T. On how often the superior should sample // IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC-6. 1970. P. 140—145.

Sheridan T. Supervisory control // Handbook of human factors / Ed. by G. Salvendy. N.Y.: Wiley, 1987. P. 1243—1268.

Skotnikova I.G. Calibration of confidence in different sensory tasks // Fechner Day 2000 / Ed. by C. Bonnet. Strasbourg, 2000. P. 208—219.

Skotnikova I.G. Confidence judgments in visual temporal discrimination: cross-cultural study // Fechner Day 2001 / Ed. by E. Sammerfeld, R. Kompass, T. Lachmann. Lengerich: Pabst Science Publishers, 2001. P. 608—613.

Smith T.W., Ruiz J.M., Uchino B.N. Vigilance, Active Coping, and Cardiovascular Reactivity During Social Interaction in Young Men // Health Psychology. 2000. Vol. 19. P. 382—392.

Sostek A.J. Effects of electrodermal lability and payoff instructions on vigilance performance // Psychophysiology. 1978. Vol. 15. P. 561—568.

Spence J.T, Spence K.W. The motivational components of manifest anxiety: Drive and drive stimuli // Anxiety and Behaviour / Ed. by C.D. Spielberger. N.Y.: Academic Press, 1966. P. 291—323.

Squires K.C., Squires N.K., Hillyard S.A. Decision-related cortical potentials during an auditory signal detection task with cued observation intervals // J. of Experimental Psychol.: Human Perception and Performance. 1975. Vol. 1. P. 268—279.

Standing L.G., Lynn D., Moxness K. Effects of noise upon introverts and extroverts // Bull. of Psychonomic Society. 1990. Vol. 28. P. 138—140.

Stevens S. Psychophysics: Introduction to its perceptual, neural and social prospects. N.Y.: Wiley, 1975.

Sverko B. Intermodal correlations in vigilance performance // Proceedings of the International Congress of Applied Psychology. Amsterdam: Swets & Zeitlinger, 1968. P. 167—173.

Swets J. Signal detection theory and ROC analysis in psychology and diagnostic. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

Swets J., Tanner W., Birdsall T. Decision processes in perception // Psychol. Review. 1961. Vol. 68. P. 310—340.

Szalma J.L. Intraclass and interclass transfer in training for vigilance: Unpublished master's thesis. University of Cincinnati, OH, 1997.

Tanner W., Swets J. A signal-making theory of visual detection // Pschol. Review. 1954. Vol. 61. P. 156—175.

Thayer R.E. Measurement of activation through self-report // Psychol. Reports. 1967. Vol. 20. P. 663—678.

Thayer R.E. Toward a psychological theory of multidimensional activation (arousal) // Motivation and Emotion. 1978. Vol. 2. P. 1—34.

Thayer R.E. Activation-Deactivation Adjective Checklist: Current overview and structural analysis // Psychol. Reports. 1986. Vol. 58. P. 607—614.

Todkill A.L., Humphreys M.S. Stimulus comparison strategies and task demands in successive discrimination // Quarterly J. of Experimental Psychol. 1994. Vol. 47(A). P. 761—779.

Treisman A., Faulkner A. The settings and maintenance of criteria representing levels of confidence // J. of Experimental Psychol.: Human Perception and Performance. 1984. Vol. 10. P. 119—139.

Treisman A., Geffen G. Selective attention: perception or response? // Quarterly J. of Experimental Psychol. 1967. Vol. 19. P. 1—17.

Van der Molen M.W., Somsen R.J.M., Orlebeke J.F. Phasic heart rate responses and cardiac cycle time in auditory choice reaction time // Biological Psychology. 1985. Vol. 16. P. 255—271.

Vickers D. Evidence for an accumulation model of psychophysical discrimination // Ergonomics. 1970. Vol. 13. P. 35—58.

Vickers D. Decision processes in visual perception. N.Y.: Academic Press, 1979.

Warm J.S. An introduction to vigilance // Sustained attention in human performance / Ed. by J.S. Warm. Chichester, UK: Wiley, 1984. P. 1—14.

Warm J.S. Vigilance and target detection // Workload transition: Implications for individual and team performance /

Ed. by B.M. Huey, C.D. Wickens. Washington, DC: National Academy Press, 1993. P. 139—170.

Warm J., Chin K., Dittmarary L., Dember W. Effects of head restraint on signal detectability in simultaneous and successive vigilance tasks // J. of General Psychology. 1987. Vol. 114. P. 423—431.

Warm J., Dember W. Test of Vigilance Taxonomy // Viewing Psychology as a Whole. The Integrative Science of William N. Dember / Ed. by R.R. Hoffman, M.F. Sherrick, J.S. Warm. Washington: APA, 1998. P. 87—112.

Warm J.S., Dember W.N., Hancock P.A. Vigilance and workload in automated systems // Automation and human performance: Theory and applications / Ed. by M. Mouloua, R. Parasuraman. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1996. P. 183—200.

Warm J.S., Dember W.N., Murphy A.Z., Dittmar M.L. Sensing and decision-making components of the signal-regularity effects in vigilance performance // Bull. of Psychonomic Society. 1992. Vol. 30. P. 297—300.

Warm J.S., Jerison H.J. The psychophysics of vigilance // Sustained attention in human performance / Ed. by J.S. Warm. Chichester, UK: Wiley, 1984. P. 15—59.

Welford A.T. Arousal, channel capacity and decision // Nature. 1962. Vol. 194. P. 365—366.

Welford A.T. Stress and performance // Ergonomics. 1973. Vol. 16. P. 567—580.

Wertheimer M. An investigation of the «randomness» of threshold measurement // J. of Experimental Psychol. 1953. Vol. 45. P. 294—298.

Wickens C.D. Processing resources in attention // Varieties of attention / Ed. by R. Parasuraman, D.R. Davies. Orlando, FL: Academic Press, 1984. P. 63—102.

Wickens C.D. Engineering psychology and human performance. 2nd ed. N.Y.: Harper-Collins, 1992.

Yetes J.F. Judgment and decision making. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1990.

Научное издание

Гусев Алексей Николаевич
Психофизика сенсорных задач
Системно-деятельностный анализ поведения человека в ситуации неопределенности

Редактор Т.А. Нежнова
Компьютерная верстка и дизайн обложки А.И. Чекалиной

Ордена «Знак Почета» Издательство Московского университета.
125009, Москва, Б. Никитская ул., 5/7

УМК «ПСИХОЛОГИЯ»
Лицензия № 00451 от 15 ноября 1999 г.
Гигиенический сертификат № 77.99.11.953.Д.004699.07.03 от 03.07.2003 г.
Адрес: 121069, г. Москва, Трубниковский пер., д. 22 стр. 2.
Тел. (095)746-02-39, тел./факс (095)952-45-90
E-mail: collect@mail.ru.

Подписано в печать 12.05.2004. Формат 84×108/32. Тираж 1000.
Бумага офсетная. Гарнитура TimesET. Усл. печ. л. 16.80.
Уч.-изд. л. 16,75. Заказ №

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных диапозитивов на издательско-полиграфическом предприятии «Правда Севера»
163002, Архангельск, пр. Новгородский, 32